

ВЛАДА НА РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА**261.**

Прз основа на член 87 став (1), а во врска со член 299 став (14) од Законот за енергетика (*) („Службен весник на Република Северна Македонија“ бр.101/25 и 135/25), Владата на Република Северна Македонија, на седницата, одржана на 27 јануари 2026 година донесе

**ГОДИШЕН ПЛАН
ЗА ИЗГРАДБА НА ЕНЕРГЕТСКИ ОБЈЕКТИ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА ЕЛЕКТРИЧНА И ТОПЛИНСКА
ЕНЕРГИЈА И СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА ЗА 2026 ГОДИНА**

ПРВ ДЕЛ

1. Вовед**1.1 Година за која се носи планот**

Овој Годишен план за изградба на енергетски објекти за производство на електрична и топлинска енергија и складирање на електрична енергија за 2026 година (во натамошниот текст: Годишен план) е изработен во пишана и во електронска форма и се објавува на веб-страницата на Министерството за енергетика, рударство и минерални сировини (во натамошниот текст: Министерството).

1.2 Проекција за реализација на проекти

Согласно утврдените стратешки насоки и динамиката на спроведување на Годишниот план, проекцијата за реализација на проекти за наредните две години има за цел да обезбеди преглед на приоритетите, роковите и фазите на реализација на предвидените инвестиции.

Проекцијата е инструмент за планирање на континуитет во развојот на енергетските објекти, со кој се уредени конкретни активности, институционални обврски, финансиски импликации и временска рамка за спроведување на проектите. Истовремено, се обезбедува предвидливост во процесот на имплементација и создава основа за ефикасно управување со ресурсите и ризиците.

Во првата година од проекцискиот период, се очекува спроведување на подготвителни активности, вклучувајќи:

- финализирање на техничка и проектна документација за изградба на енергетски објекти;
- прибавување на дозволи и согласности од надлежните институции;
- склучување договори со изведувачи и инвеститори;
- започнување на изведбени работи на приоритетните објекти и
- следење и известување за напредокот на проектите.

Во втората година се предвидува континуитет во реализацијата на започнатите проекти и премин во напредни фази на изградба или пуштање во употреба, зависно од степенот на изведба и сложеноста на проектите.

Проекцијата ќе овозможи навремена координација меѓу Министерството, Регулаторната комисија за енергетика, водни услуги и услуги за управување со комунален отпад на Република Северна Македонија (во натамошниот текст: Регулаторна комисија за енергетика), Операторот на електропреносниот систем (во натамошниот текст: ОПС) АД МЕПСО, Операторот на електродистрибутивниот систем (во натамошниот текст: ОДС) Електродистрибуција ДООЕЛ и општините, поради навремено обезбедување на финансиска и институционална поддршка за реализација на инвестициите.

ВТОР ДЕЛ

2. Усогласеност на изработка на Годишниот план**2.1 Стратегија за развој на енергетиката**

Годишниот план е целосно усогласен со Стратегијата за развој на енергетиката во Република Северна Македонија до 2040 година (во натамошниот текст: Стратегијата) и претставува оперативен инструмент за имплементација на утврдените долгорочни цели и насоки за развој на енергетскиот сектор. Со Годишниот план се обезбедува практична и фазна реализација на приоритетите дефинирани со Стратегијата, преку спроведување на конкретни мерки и активности насочени кон изградба на нови енергетски објекти за производство и складирање на електрична енергија, како и кон зголемено користење на енергија од обновливи извори на енергија (во натамошниот текст: ОИЕ). Во согласност со стратешката цел за значително и одржливо зголемување на уделот на ОИЕ во бруто финалната потрошувачка на енергија и тоа на најмалку 40% до 2030 година и 45% до 2040 година, Годишниот план предвидува мерки за развој на нови енергетски објекти за производство и складирање на електрична енергија, проширување и унапредување на енергетските мрежи, како и поддршка на инвестиции во ОИЕ. Истовремено, Годишниот план ја следи стратешката определба за постепена декарбонизација на енергетскиот сектор и намалување на употребата на фосилни горива.

Во согласност со наведените стратешки определби, со Годишниот план се предвидува изградба на вкупно 4416,803 MW нови енергетски објекти за производство на електрична енергија, од кои 3014,103 MW се фото напонски електроцентрали, а 907,7 MW ветерни електроцентрали, со што директно се обезбедува оперативна примена на Стратегијата.

2.2 Интегриран национален план за енергија и клима

Годишниот план претставува оперативен инструмент за спроведување на Интегрираниот национален план за енергија и клима на Република Северна Македонија (во натамошниот текст: НПЕК), преку негова конкретизација во мерки, активности и инвестиции кои се реализираат во текот на планската година, со цел обезбедување практична имплементација на утврдените национални енергетски и климатски цели.

Реализацијата на изградба на нови енергетските објекти предвидени со Годишниот план, особено во делот на ОИЕ, ја надминува првично утврдената динамика на имплементација, што укажува на постигнување напредок над индикативните цели утврдени со НПЕК за периодот до 2040 година и потврдува засилена динамика на транзицијата кон одржлив енергетски систем.

Во делот на ОИЕ, Годишниот план обезбедува целосно усогласување со националните цели утврдени со НПЕК за периодот до 2030 година. Согласно националните плански насоки, како референтна цел е утврден удел на ОИЕ од 38% во финалната потрошувачка на енергија до 2030 година и 42% до 2040 година. Истовремено, во годишните извештаи на Секретаријатот на енергетската заедница се наведува цел од 38% удел на ОИЕ во бруто финалната потрошувачка на енергија до 2030 година, при што утврдената разлика произлегува од применетите методологии и различните изданија на планските документи.

2.3 Акциски план за спроведување на НПЕК

Акцискиот план за спроведување на петте димензии на Европската унија (декарбонизација, енергетска сигурност, енергетска ефикасност, внатрешен пазар на енергија и истражување, иновации и конкурентност) согласно НПЕК, во текот на 2026 година особено содржи конкретни енергетски проекти за кои ќе се отпочне со изработка на потребната техничка документација, проекти за кои ќе започне изградбата, како и тековни проекти кои се во фаза на градба со ажуриран статус на реализација и очекуван период за нивно пуштање во употреба.

2.4 Општински енергетски планови

Во општинските енергетски планови се предвидени иницијативи за изградба на енергетски објекти за производство на електрична и топлинска енергија и за складирање на електрична енергија со инсталирана моќност до 1 MW. Годишниот план ги вклучува енергетските објекти предвидени со општинските енергетски планови, за кои Министерството има издадено согласност.

Покрај тоа, Годишниот план ги вклучува и приоритетните мерки и проекти утврдени во општинските енергетски планови, како оперативна основа за спроведување на националните и локалните политики и цели во областа на енергетската ефикасност, зголеменото користење на ОИЕ, намалувањето на емисиите на стакленички гасови и подобрување на квалитетот на воздух. Приоритетните мерки и проекти вклучуваат модернизација на јавното улично осветлување преку замена на постојните неефикасни светилки со LED технологија, вклучително и воведување на системи за управување, замена и унапредување на внатрешното осветлување во јавни објекти преку инсталација на LED осветлување и сензорски системи во административни објекти, оптимизација и модернизација на системите за греење и ладење во јавните објекти, термичка санација на јавни објекти со највисока потрошувачка на енергија, изолација на покриви и тавани, санација или замена на столарија и фасадна изолација, инсталација на фотонапонски електроцентрали на покриви на јавни објекти, подобрување на енергетската ефикасност во комуналните системи, воспоставување и функционирање на општински систем за енергетски менаџмент, формирање регистар на мерни места, редовно следење на потрошувачката на енергија, подготовка на извештаи и дефинирање индикатори за перформанси, подобрување на енергетската ефикасност во општинскиот транспорт, таргетирање мерки за намалување на енергетската сиромаштија и едукативни и информативни мерки со директна примена.

ТРЕТ ДЕЛ

3. Цели на Годишниот план

Целите на Годишниот план се:

- забрзување на развојот на ОИЕ и остварување на енергетски и цели за заштита на биодиверзитет;
- приоритизирање и забрзување на процесот на просторното планирање кое ќе интегрира изградба на енергетски капацитети со минимално негативно влијание врз здравјето и безбедноста на луѓето и врз животната средина;
- заштита на животната средина и зачувување на заштитени подрачја;
- поттикнување на заштита на земјоделско земјиште кое ќе биде усогласено со развивање на проекти за ОИЕ;
- спроведување на конкретни придобивки од проекти за искористување на ОИЕ и
- поттикнување на децентрализација во производство на енергија.

ЧЕТВРТИ ДЕЛ

4. Податоци од надлежни органи и учесници во подготовката

За изработка на Годишниот план, согласно член 87 став (4) од Законот за енергетика (*) (во натамошниот текст: Законот) и член 8 став (1) од Правилникот за изработка на Годишен план за изградба на енергетски објекти („Службен весник на Република Северна Македонија“ бр.251/25) (во натамошниот текст: Правилникот), Министерството побара податоци од Регулаторната комисија за енергетика, Министерството за земјоделство, шумарство и водостопанство, Министерството за транспорт, Министерството за животна средина и просторно планирање, Агенција за катастар на недвижности, Операторот на електропреносниот систем АД МЕПСО, Операторот на електродистрибутивниот систем Електродистрибуција ДООЕЛ, производителите на електрична енергија во државна сопственост, Операторот на системот за пренос на гас, Операторот на системот за дистрибуција на топлинска енергија и Заедницата на единиците на локалната самоуправа на Република Северна Македонија (во натамошниот текст: ЗЕЛС).

Регулаторна комисија за енергетика достави податоци за издадени лиценци и лиценци за пробна работа за вршење на енергетска дејност производство на електрична енергија, комбинирано производство на електрична и топлинска енергија, складирање на енергија и производство на топлинска енергија, преглед на производители на електрична енергија од ОИЕ (1350 фотонапонски електроцентрали) и преглед на повластени производители на електрична енергија од ОИЕ коишто користат повластена тарифа (79 фотонапонски електроцентрали, 92 мали хидроелектроцентрали, 2 ветерни електроцентрали, 1 термо електроцентрала на биомаса и 4 термо електроцентрали на биогаз). Во врска со енергетските објекти опфатени со Годишниот план, се очекува Регулаторна комисија за енергетика во текот на 2026 година да издаде 67 лиценци за пробна работа за вршење на енергетска дејност производство на електрична енергија, односно 96 лиценци за вршење на енергетска дејност складирање на енергија, по исполнување на условите утврдени со Законот, а во процесот на реализација на планираните проекти.

АД Електрани на Северна Македонија достави податоци за назив, број на катастарска парцела, технологија на производство и инсталирана моќност на изградени нови енергетски објекти за производство на електрична енергија и складирање на електрична енергија и за планирани проекти за изградба на нови енергетски објекти.

ОПС АД МЕПСО достави расположливи капацитети на преносната мрежа на 110 kV и 400 kV, прелиминарни анализи и технички пресметки за мрежата од нацрт – Интегралната студија и прелиминарни анализи за приклучок на преносната мрежа.

ОДС Електродистрибуција ДООЕЛ достави податоци за расположливиот евакуациски капацитет на 110 kV приклучни точки кон преносната мрежа, просторни можности за приклучување на нови енергетски објекти на енергетската инфраструктура во сопственост на ОДС, геодетска подлога за 35 kV, 20 kV и 10 kV среднапонска енергетската инфраструктура во графички приказ во DWG формат во државен координатен систем и преглед на енергетските објекти приклучени на дистрибутивната мрежа со геодетска подлога во графички приказ во DWG формат во државен координатен систем за кои најмалку е потребно да се достават следните податоци: називот на електроцентралата, координати на кои е изградена електроцентралата, технологијата на производство и инсталираната моќност на електроцентралата.

Министерството за транспорт достави податоци за издадени на 3 Одобренија за градење и податоци за започнати постапки на издавање на 7 Одобренија за градење за енергетски објекти за производство на електрична енергија од ОИЕ во 2025 година.

Министерството за земјоделство, шумарство и водостопанство, достави преглед на дел од склучени Договори за закуп на земјоделско земјиште во државна сопственост, со катастарски парцели на ниво на цела територија на Република Северна Македонија.

Операторот на системот за пренос на гас НОМАГАС АД Скопје, достави информација дека при подготовка на Годишниот план, нема нови енергетски објекти на гасоводната мрежа.

ПЕТТИ ДЕЛ

5.1 Структура и техничка содржина на Годишниот план

5.1.1 Видови технологии за производство на електрична енергија и вкупно инсталирана моќност

Со Годишниот план се опфатени:

- фотонапонски електроцентрали;
- ветерни електроцентрали и
- когенеративна гасна електроцентрала.

Бројот и инсталираната моќност на енергетските објекти за производство на електрична енергија опфатени со Годишниот план се прикажани во табела 1.

Табела 1. Број и инсталирана моќност на енергетски објекти по технологии

Вид на технологија	Број на електроцентрали	Инсталирана моќност (MW)
Фотонапонски електроцентрали	59	3014,103
Ветерни електроцентрали	7	907,7
Когенеративна гасна електроцентрала	1	495
Вкупно	67	4416,803

Вкупната инсталирана моќност на енергетските објекти за производство на електрична енергија опфатени со Годишниот план изнесува 4416,803 MW.

5.1.2 Расположливи капацитети на преносните и дистрибутивните мрежи

Приклучувањето на производителите и потрошувачите на преносната мрежа се остварува на две напонски нивоа: 110 kV и 400 kV. Преносната мрежа на Република Северна Македонија се состои од далекуводи, трансформаторски станици и придружна високонапонска примарна и секундарна опрема. Вкупната должина на далекуводите со номинален напон 110 kV изнесува 1656,64 km, додека вкупната должина на далекуводите со номинален напон 400 kV изнесува 577,06 km. Во рамки на преносната мрежа, во оперативна функција се 73 трансформаторски станици 110/x kV и 5 трансформаторски станици 400/110 kV. Далекуюдите со номинален напон 400 kV формираат прстен што го поврзува конзумот кој е лоциран во северниот дел на државата со најголемите производни објекти кои се сместени во југозападниот дел на државата. Исто така, 400 kV далекуводи дополнително служат за интерконекција со соседните енергетски системи.

Преносната мрежа на 110 kV напонско ниво е најразгранета и ги поврзува големите хидро и термо електроцентрали, сите поголеми населени места, како и индустриските центри. Врската помеѓу 400 kV и 110 kV преносна мрежа се остварува преку пет трансформаторски станици: ТС Скопје 4, ТС Скопје 1, ТС Битола 2, ТС Дуброво и ТС Штип.

Дистрибутивната мрежа на Република Северна Македонија е изведена на повеќе напонски нивоа: 110 kV, 35 kV, 20 kV, 10 kV и 0,4 kV. Мрежата е изградена од надземни и кабелски водови, трансформаторски станици и разводни постројки, кои обезбедуваат сигурно и континуирано снабдување со електрична енергија до сите категории потрошувачи, а истовремено овозможуваат и приклучување на дистрибуирани извори на електрична енергија и складишта на електрична енергија. Во изминатиот период се врши реорганизацијата на напонските нивоа, при што се спроведува постепен премин од 35 kV и 10 kV кон 20 kV системи, со цел намалување на загубите, зголемување на преносниот капацитет и подобрување на оперативната и економската ефикасност на дистрибутивниот систем.

Дистрибутивната мрежа е изведена од 110 kV, 35 kV, 10(20) kV и 0,4 kV надземни и кабелски водови, со вкупна должина од 30 илјади километри. Притоа, во функција се 54 трансформаторски станици 110/x kV, 76 трансформаторски станици 35/10 kV и 7396 трансформаторски станици 10(20)/0,4 kV.

5.1.3 Начин на приклучување на мрежите

Точката на приклучување на енергетскиот објект на мрежа кој е вклучен во Годишниот план се утврдува од страна на ОПС или ОДС во координација со Министерството, а согласно одредбите од Правилникот.

Енергетските објекти со инсталирана моќност еднаква или поголема од 10 MW се приклучуваат на преносната мрежа на напонско ниво поголемо или еднакво на 110 kV, со цел обезбедување на соодветен квалитет на напонот, сигурност на напојувањето и минимизирање на загубите во системот.

За енергетски објекти со инсталирана моќност помала од 10 MW, точката на приклучување се определува во согласност со мрежните услови и техничките параметри на дистрибутивната мрежа, односно на напонско ниво од 0,4 kV, 10(20) kV, 35 kV или 110 kV, во зависност од категоријата на објектот и неговата планирана инсталирана моќност.

При одредување на точката на приклучување се земаат предвид техничките ограничувања на мрежата, локаиските можности и растојанието до најблиската соодветна мрежна точка. По исклучок, кога тоа е оправдано од технички или економски аспект, точката на приклучок може да се утврди на друго место од предвиденото согласно инсталираната моќност, доколку тоа доведува до оптимизирање на инвестициските трошоци и подобрување на оперативната ефикасност на системот. Во таков случај се изработува техно – економска анализа со која се оценува исплатливоста и техничката оправданост на предложената алтернатива, а која ја изработува ОПС или ОДС по барање на инвеститорот и ја одобрува Министерството.

5.1.4 Влијание врз мрежите за стационарни режими, по региони и на ниво на Република Северна Македонија за кои ќе може да се започне постапка за изградба на енергетски објекти во 2026 година

Енергетските објекти кои се опфатени со Годишниот план имаат влијание врз стационарните режими на енергетскиот систем, на национално и регионално ниво. Прелиминарните анализи направени со користење на мрежни модели на напонски нивоа од 110 kV и 35 kV, со претходна верификација на трансформаторските капацитети и параметрите на распоредот на оптоварувања, покажуваат дека вклучувањето на новите енергетски објекти предизвикува промени во локалните напонски профили и протокот на активна и реактивна моќност.

Во регионите со нови енергетски објекти, особено во источниот и југозападниот регион, можни се варијации на напоните во дистрибутивната мрежа на 35 kV ниво, при што е потребна дополнителна регулација во трансформаторските станици, правилен избор на заштитни уреди и локални компензациски уреди за реактивна моќност. Изборот на овие региони се должи на комбинацијата од изградба на новите енергетски објекти, особено од ОИЕ и постоењето на постара или ограничена мрежна инфраструктура подложна на локални напонски варијации и промени во текот на моќноста.

На државно ниво, изградбата на нови енергетски објекти ќе влијае на распределбата на активната моќност низ преносните и дистрибутивните водови, со потенцијално зголемување на протокот на моќност кон регионите со зголемено оптоварување и зголемена пенетрација на ОИЕ. Моделите покажуваат дека системските напонски профили остануваат во дозволените граници при соодветна координација на компензациските уреди и оптимизација на трансформаторите, додека во одредени подрачја, се препорачува инсталирање на дополнителни реактивни уреди за стабилизирање на напонот и обезбедување на соодветен баланс на реактивната моќност.

Влијанието врз фреквенциската стабилност се манифестира преку нестабилностите при локализираните промени на активната моќност, особено при брзи промени во производството од ОИЕ, што е карактеристично за фотонапонските и ветерните електроцентрали. Прелиминарните анализи покажуваат дека со соодветно управување со регулаторите на моќност и националните резерви, фреквенцијата на мрежата се задржува во дозволените граници од $\pm 0,1$ Hz околу номиналните 50 Hz.

Во регионите со висока концентрација на нови енергетски објекти, се утврдува потребата од дополнителна координација при управувањето со производните единици за минимизирање на локалните флукутации, пренапони и нестабилности во активната и реактивната моќност.

Проценката на влијанието врз стационарните режими исто така укажува на потребата од активирање на резерви на моќност, кои дополнително ќе придонесат за одржување на напонските нивоа во дозволените граници од $\pm 10\%$, а при тоа фреквенцијата се одржува стабилна.

5.2 Постапка за реализација на изградбата на енергетските објекти вклучени во Годишниот план

Согласно податоците од доставените иницијативи за вклучување во Годишниот план на нови енергетски објекти за производство на електрична енергија и складишта на електрична енергија, енергетските објекти се планирани за изградба на земјиште во државна сопственост дадено под долготраен закуп и на земјиште во приватна сопственост.

За енергетските објекти опфатени во Годишниот план, вклучително и за интегрираните и изолираните складишта на електрична енергија, постапките за реализација на изградбата се во фаза на урбанизација на земјиште во надлежност на Министерството за транспорт, односно во единицата на локалната самоуправа.

Министерството за земјоделство, шумарство и водостопанство во однос на постапката за реализација на изградбата на енергетските објекти од Годишниот план, укажа дека е потребно да се даде приоритет на локации кои не претставуваат квалитетно обработливо земјоделско земјиште, вклучително и земјиште во приватна сопственост, односно на градираните површини, камењари, со пониска катастарска класа, постојано градежно земјиште и други соодветни локации и дека е потребно да се обезбедат мерки за минимизирање на влијанието врз земјоделското производство, зачувувањето на земјоделската инфраструктура и системи за наводнување, заради одржување на долгорочниот производствен капацитет на земјиштето.

5.3 Резултати од пресметките кои ОПС и ОДС ги изработуваат согласно Интегралната студија

Прелиминарните анализи опфатени во нацрт – Интегралната студија која согласно Законот ја изработуваат ОПС и ОДС во соработка со Министерството, вклучуваат мрежни и пазарни пресметки за да се обезбеди стабилност, N – 1 сигурност при испад на еден елемент од мрежата и ефикасност.

Во табела 2 се прикажани резултатите од прелиминарните пресметки на ОПС АД МЕПСО, со фокус на западниот, источниот и југоисточниот регион на државата. Направени се симулации за номинален режим на мрежата и N – 1 испад.

Прелиминарните анализи на ОДС вклучуваат пресметки на потрошувачката и загубите во дистрибутивната мрежа со проекции. Резултатите се прикажани во табела 3.

Табела 2. Резултати од прелиминарните анализи и пресметки на ОПС

Параметар	Сценарио и резултати	Заклучоци и импликации
Проток на моќност и преоптоварување на водови	Во западниот регион (со максимална ангажираност на ХЕЦ Козјак, ХЕЦ Света Петка и ТЕЦ Осломеј), критични оптоварувања се јавуваат на ТС Кичево – ТЕЦ Осломеј (105%), ТС Гостивар – ТЕЦ Осломеј (108%), ТС Сопотница – ТС Битола 1 (110%), ХЕЦ Козјак – ХЕЦ Света Петка (100 – 105%), ХЕЦ Света Петка – ТС Скопје 3 (100 – 105%). Во источниот регион е очекувано преоптоварување на 110 kV водови при вклучување на новите енергетски објекти од ОИЕ, со должина 57,5 km за двосистемски далекуводи (123 MVA).	Преоптоварувањата бараат реконструкција поради зајакнување на западниот прстен од преносната мрежа (116 km). Без зајакнување, постои ризик од каскадни испади. Препорака за нова 400/110 kV ТС во источниот регион.
Напонска стабилност	Добар профил со напони близу номинални ($U_{\max} = 105\%$, $U_{\min} = 95\%$), но пониски во југозападниот и југоисточниот регион поради отсуство на производни капацитети. Во режим со ниско оптоварување се јавуваат високи напони (> 420 kV до 455 kV). При N – 1 испад постои ризик од колапс во западниот регион без ТС Охрид (критичен режим). Долгорочно: вградување на компензационен уред (25 MVar) во ТС Кочани.	Подобрување со нова ТС Охрид и изградба на 150 MVar реактор во ТС Дуброво. Проблемите со пренапони бараат синхронизирани акции со ENTSO-E. Ризик од испад на системот како во мај 2025 година (губиток на моќност од 485 MW).
Анализи за N – 1 сигурност	При приклучување на нови енергетски објекти во западниот регион, се јавуваат критични оптоварувања по единечни испади, со ризик од напонски колапс и губење на напојување на 110 kV мрежа. Во источниот регион се јавуваа ниски напони по N – 1 испад при приклучувањето на нови енергетски објекти и постоечки од ОИЕ. Постои потреба од зајакнување на мрежата. Во скопскиот регион постои потреба од секционирање на собирници во ТС Скопје 1 и ТС Скопје 4 за задоволување на N – 1 сигурност (поради високи струи на куса врска > 90% од 40 kA). Во северниот регион се очекува зголемување на сигурноста со изградба на нова ТС Куманово.	N – 1 сигурност се задоволува со секционирање и нови трафостаници. Без мерки за зајакнување на мрежата постои ризик од нестабилност. Препорака за студија за регионална мрежа (Западен Балкан) за високи напони.
Струја на куса врска	Високи струи на куса врска во скопскиот регион: ТС Скопје 4 110 kV (29,5 kA за 3 фазна и 32,9 kA за 1 фазна), ТС Скопје 1 110 kV (28,4 kA за 3 фазна и 31,7 kA за 1 фазна). Југозападен регион: ТС Битола 2 400 kV (17,5 kA за 3 фазна и 15,1 kA за 1 фазна), ТС Дуброво 400 kV (17,3 kA за 3 фазна, 14,1 kA за 1 фазна). Над 90% од 40 kA во краткорочен период.	Секционирање за намалување на струите на куса врска. Ризик од надминување на расклопната моќност во среднорочен период. Препорака за еднаква распределба во секциите.
Други релевантни параметри	Инвестиции за 400 kV интерконекција Македонија – Албанија: 43,5 милиони евра (далекувод 28,3 милиони, ТС Охрид 14,3 милиони). Реконструкција на далекуводи: 560 km (47,5 милиони евра до 2040 година).	Приклучувањето на новите енергетски објекти, особено од ОИЕ вклучува ризик од преоптоварување на мрежата без надградби.

Табела 3. Резултати од прелиминарните анализи и пресметки на ОДС

Параметар	Сценарио и резултати	Заклучоци и импликации
Потрошувачка на електрична енергија и системски загуби	Финална потрошувачка на електрична енергија расте, според актуелните состојби и Стратегијата до 2040 со континуиран пораст на побарувачката. Потрошувачката на финална енергија е во тренд на раст што значи зголемена потрошувачка на мрежата. Системските загуби се високи, бараат модернизација, инвестиции во мрежна инфраструктура и намалување на технички загуби.	Зголемена побарувачка бара инвестиции во дистрибутивната мрежа (на напонски нивоа 110 kV, 35 kV и 10 kV) за да се избегнат локални преоптоварувања. Намалување на загубите ја подобрува ефикасноста и го олеснува интегрирањето на дистрибуирано производство.
Нови енергетски објекти и мрежни влијанија	Вкупна инсталирана моќност на енергетски објекти за производство на електрична енергија од ОИЕ над 1500 MW до крајот на 2025. Нови 4452,8 MW со Годишниот план за 2026 година. Дистрибуираното производство блиску до потрошувачите може да намали потреба за преносни инвестиции до 30% (ако е правилно планирано).	Новите енергетски објекти за производство на електрична енергија од ОИЕ предизвикуваат променет проток на енергија, што бара адаптација на дистрибутивните трансформатори и автоматизација за да се одржи квалитетот на напон. Треба да се следат технички стандарди за приклучување врз нисконапонски и среднонапонски мрежи, вклучувајќи ограничувања на влезна моќност особено кај фотонапонските електроцентрали системи, со цел намалување на напонските флукутации.
Технички параметри на мрежата	Висок удел на ОИЕ бара динамичко управување со напон и реактивна моќност (особено во нисконапонските мрежи со фотонапонски електроцентрали). Прелиминарните студии за динамичко ограничување покажуваат до 32% поголем капацитет за интеграција со активни ограничувања на напон. Локални мрежни баланси и неурамнотеженост на фази бараат секционирање и оптимизација за стабилна работа.	За да се интегрираат нови енергетски објекти од ОИЕ без нарушувања, неопходни се паметни решенија со контролни уреди, регулатори на напон и DMS/SCADA системи за следење во реално време. Интеграцијата на дистрибуираното производство може да ја зголеми вредноста на мрежата ако се планира со складирање и флексибилно управување.

ШЕСТИ ДЕЛ

6. Прифатливи иницијативи за изградба на енергетски објекти со инсталирана моќност до 1 MW кои се дел од општинските енергетски планови

По разгледување на доставените општински енергетски планови, Министерството утврди дека 7 единици на локалната самоуправа доставиле општински енергетски планови, со вкупно 67 иницијативи за изградба на енергетски објекти со инсталирана моќност до 1 MW.

Во доставените општински енергетски планови се вклучени вкупно 56 енергетски објекти за производство на електрична енергија, односно фотонапонски електроцентрали со вкупна инсталирана моќност од 51,8795 MW и 61 складиште на електрична енергија во склоп на нови или постоечки фотонапонски електроцентрали со вкупна инсталирана моќност од 27,679 MW и капацитет за складирање од 117,56 MWh.

6.1 Прифатливи иницијативи наведени по азбучен ред по името на единицата на локална самоуправа

Табела 4. Прифатливи иницијативи на енергетски објекти за производство на електрична енергија со инсталирана моќност помала од 1 MW

Р. Бр.	Назив на инвеститор	Инсталирана моќност (kW)	Општина
1	КМГ ЕОЛ КВАЗАР ДООЕЛ Скопје	998	Брвеница
2	КМГ ЕОЛ КВАЗАР ДООЕЛ Скопје	998,2	Брвеница
3	КМГ ЕОЛ КВАЗАР ДООЕЛ Скопје	907	Брвеница
4	КАДРИ ЛУТВИЈА	985,2	Брвеница
5	СОК ЕНЕРЏИ ДООЕЛ Скопје	999,9	Брвеница
6	ЛД СОЛАР ДООЕЛ Тетово	999,9	Брвеница
7	СОЛАР МЛТ ДООЕЛ Тетово	999,9	Брвеница
8	СЕАС ДООЕЛ Тетово	999,9	Брвеница
9	МЕРТ ПЦБ ДООЕЛ Скопје	798	Брвеница
10	АФЕРДИТА И увоз - извоз ДООЕЛ Кичево	829,44	Брвеница
11	НУКЛЕУС КОНСТАЛТИНГ ДООЕЛ Скопје	230	Дебрга
12	Д - ЕНЕРЏИ 2025 ДООЕЛ Скопје	990	Куманово

13	БИОПРОЦЕС ДОО Визбегово	990	Куманово
14	ФИЛЕ ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Скопје	990	Куманово
15	Д - ЕНЕРЏИ ДООЕЛ Скопје	990	Куманово
16	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	990	Куманово
17	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	990	Куманово
18	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	990	Куманово
19	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	990	Куманово
20	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	990	Куманово
21	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	990	Куманово
22	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	990	Куманово
23	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	990	Куманово
24	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	990	Куманово
25	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	990	Куманово
26	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	990	Куманово
27	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	990	Куманово
28	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	990	Куманово
29	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	990	Куманово
30	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	990	Куманово
31	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	990	Куманово
32	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	990	Куманово
33	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	990	Куманово
34	ЗУМ ЕКО ЕНЕРЏИ ДООЕЛ Куманово	990	Куманово
35	ДМ - ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Скопје	990	Куманово
36	КТТ ЕНЕРЏИ ДОО Куманово	990	Куманово
37	ДПТУ МИЛИ СОЛАР ДООЕЛ Куманово	990	Куманово
38	РИДВАН ДЕРВИШИ	990	Куманово
39	СУН ПОВЕР ЕЛЕКТРИК ДООЕЛ Куманово	990	Куманово
40	СУН ПОВЕР ЕЛЕКТРИК ДООЕЛ Куманово	990	Куманово
41	ЕКО ЕНЕРЏИ ПЛУС ДООЕЛ Куманово	990	Куманово
42	ФОТОНАПОН ДОО Куманово	896,22	Куманово
43	ФОТОНАПОН ДОО Куманово	958,8	Куманово
44	ГРИН ХИЛ ЕНЕРЏИ ДОО Куманово	990	Куманово
45	ГРИН ХИЛ ЕНЕРЏИ ДОО Куманово	660	Куманово
46	ГРИН ХИЛ ЕНЕРЏИ ДОО Куманово	990	Куманово
47	МАРТИН КОЧКОВ	654,4	Куманово
48	ЕЛЕНА АНТЕВСКА КАРАНФИЛОВА	669,13	Куманово
49	КАТЕРИНА ГЛИГОРОВА АЦЕВСКА	990	Куманово
50	ЕКО ЕНЕРЏИ ПЛУС ДООЕЛ Куманово	990	Куманово
51	ВЛАДИМИР АЦЕВСКИ	990	Куманово
52	ЕЛЕНА АНТЕВСКА КАРАНФИЛОВА	665,5	Куманово
53	СОЛАР 4 ДООЕЛ Куманово	990	Куманово
54	СС САН ЕНЕРЏИ ДООЕЛ Прилеп	990	Куманово
55	ДТПУ ДЕ-КА ЕНЕРГИЈА ДООЕЛ Гостивар	500	Лозово
56	АКТУЕЛ ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Скопје	500	Македонски Брод

Табела 5. Прифатливи иницијативи за складишта на електрична енергија во склоп на електроцентрали со инсталирана моќност помала од 1 MW

Р. Бр.	Назив на инвеститор	Моќност на складиште (kW)	Капацитет на складиште (MWh)	Општина
1	ДПТУ САН БИМ ДОО експорт - импортер Брвеница	900	2,1	Брвеница
2	КМГ ЕОЛ КВАЗАР ДООЕЛ Скопје	200	0,46	Брвеница
3	КМГ ЕОЛ КВАЗАР ДООЕЛ Скопје	200	0,46	Брвеница
4	КМГ ЕОЛ КВАЗАР ДООЕЛ Скопје	200	0,46	Брвеница
5	КАДРИ ЛУТВИЈА	0,25	1,032	Брвеница
6	НУКЛЕУС КОНСТАЛТИНГ ДООЕЛ Скопје	50	0,1	Дебница
7	ЛТДИ ЕНЕРЏИ ДООЕЛ Скопје	700	1,63	Дебница
8	ЛТДИ ЕНЕРЏИ ДООЕЛ Скопје	800	1,86	Кавадарци
9	ЛТДИ ЕНЕРЏИ ДООЕЛ Скопје	900	2,1	Кавадарци
10	ЛТДИ ЕНЕРЏИ ДООЕЛ Скопје	900	2,1	Кавадарци
11	ДПЕЕ СОЛАР ИНВЕСТ ПРО ДОО Кавадарци	375	0,954	Кавадарци
12	ДТУ ЦЕНТРАЛ ИНВЕСТ ДОО Скопје	900	2,097	Кочани
13	ДТУ ЦЕНТРАЛ ИНВЕСТ ДОО Скопје	900	2,097	Кочани
14	Д - ЕНЕРЏИ 2025 ДООЕЛ Скопје	390	2	Куманово
15	БИОПРОЦЕС ДОО Визбегово	390	2	Куманово
16	ФИЛЕ ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Скопје	390	2	Куманово
17	Д - ЕНЕРЏИ ДООЕЛ Скопје	390	2	Куманово
18	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	390	2	Куманово
19	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	390	2	Куманово
20	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	390	2	Куманово
21	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	390	2	Куманово
22	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	390	2	Куманово
23	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	390	2	Куманово
24	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	390	2	Куманово
25	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	390	2	Куманово
26	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	390	2	Куманово
27	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	390	2	Куманово
28	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	390	2	Куманово
29	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	390	2	Куманово
30	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	390	2	Куманово
31	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	390	2	Куманово
32	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	390	2	Куманово
33	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	390	2	Куманово

34	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	390	2	Куманово
35	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	390	2	Куманово
36	ЗУМ ЕКО ЕНЕРЏИ ДООЕЛ Куманово	390	2	Куманово
37	ДМ - ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Скопје	390	2	Куманово
38	КТТ ЕНЕРЏИ ДОО Куманово	390	2	Куманово
39	ДПТУ МИЛИ СОЛАР ДООЕЛ Куманово	390	2	Куманово
40	РИДВАН ДЕРВИШИ	390	2	Куманово
41	СУН ПОВЕР ЕЛЕКТРИК ДООЕЛ Куманово	390	2	Куманово
42	СУН ПОВЕР ЕЛЕКТРИК ДООЕЛ Куманово	390	2	Куманово
43	ЕКО ЕНЕРЏИ ПЛУС ДООЕЛ Куманово	390	2	Куманово
44	ФОТОНАПОН ДОО Куманово	900	2,1	Куманово
45	ФОТОНАПОН ДОО Куманово	900	2,1	Куманово
46	ГРИН ХИЛ ЕНЕРЏИ ДОО Куманово	390	2	Куманово
47	ГРИН ХИЛ ЕНЕРЏИ ДОО Куманово	250	1,2	Куманово
48	ГРИН ХИЛ ЕНЕРЏИ ДОО Куманово	390	2	Куманово
49	МАРТИН КОЧКОВ	200	4,3	Куманово
50	ЕЛЕНА АНТЕВСКА КАРАНФИЛОВА	240	1,03	Куманово
51	КАТЕРИНА ГЛИГОРОВА АЦЕВСКА	390	2	Куманово
52	ЕКО ЕНЕРЏИ ПЛУС ДООЕЛ Куманово	390	2	Куманово
53	ВЛАДИМИР АЦЕВСКИ	390	2	Куманово
54	ЕЛЕНА АНТЕВСКА КАРАНФИЛОВА	240	1,03	Куманово
55	ЕКО ЕНЕРЏИ 2022 ДООЕЛ Куманово	792	5,02	Куманово
56	БИГ ЕПЛ ЕНЕРЏИ ДООЕЛ Куманово	792	5	Куманово
57	СОЛАР ТРИ ДООЕЛ Куманово	400	2	Куманово
58	СОЛАР 4 ДООЕЛ Куманово	900	2	Куманово
59	СС САН ЕНЕРЏИ ДООЕЛ Прилеп	390	2	Куманово
60	ДТПУ ДЕ - КА ЕНЕРГИЈА ДООЕЛ Гостивар	500	1,165	Лозово
61	АКТУЕЛ ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Скопје	500	1,165	Македонски Брод

6.2 Приказ на прифатливите иницијативи наведени по плански региони

Табела 6. Приказ на прифатливи иницијативи од општински енергетски планови наведени по плански региони

Р. Бр.	Назив на инвеститор	Плански регион
1	Д - ЕНЕРЏИ 2025 ДООЕЛ Скопје	Североисточен
2	БИОПРОЦЕС ДОО Визбегово	Североисточен
3	ФИЛЕ ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Скопје	Североисточен
4	Д - ЕНЕРЏИ ДООЕЛ Скопје	Североисточен
5	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	Североисточен
6	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	Североисточен
7	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	Североисточен
8	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	Североисточен
9	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	Североисточен
10	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	Североисточен
11	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	Североисточен

12	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	Североисточен
13	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	Североисточен
14	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	Североисточен
15	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	Североисточен
16	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	Североисточен
17	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	Североисточен
18	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	Североисточен
19	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	Североисточен
20	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	Североисточен
21	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	Североисточен
22	СОЛАР ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Куманово	Североисточен
23	ЗУМ ЕКО ЕНЕРЏИ ДООЕЛ Куманово	Североисточен
24	ДМ - ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Скопје	Североисточен
25	КТТ ЕНЕРЏИ ДОО Куманово	Североисточен
26	ДПТУ МИЛИ СОЛАР ДООЕЛ Куманово	Североисточен
27	РИДВАН ДЕРВИШИ	Североисточен
28	СУН ПОВЕР ЕЛЕКТРИК ДООЕЛ Куманово	Североисточен
29	СУН ПОВЕР ЕЛЕКТРИК ДООЕЛ Куманово	Североисточен
30	ЕКО ЕНЕРЏИ ПЛУС ДООЕЛ Куманово	Североисточен
31	ФОТОНАПОН ДОО Куманово	Североисточен
32	ФОТОНАПОН ДОО Куманово	Североисточен
33	ГРИН ХИЛ ЕНЕРЏИ ДОО Куманово	Североисточен
34	ГРИН ХИЛ ЕНЕРЏИ ДОО Куманово	Североисточен
35	ГРИН ХИЛ ЕНЕРЏИ ДОО Куманово	Североисточен
36	МАРТИН КОЧКОВ	Североисточен
37	ЕЛЕНА АНТЕВСКА КАРАНФИЛОВА	Североисточен
38	КАТЕРИНА ГЛИГОРОВА АЦЕВСКА	Североисточен
39	ЕКО ЕНЕРЏИ ПЛУС ДООЕЛ Куманово	Североисточен
40	ВЛАДИМИР АЦЕВСКИ	Североисточен
41	ЕЛЕНА АНТЕВСКА КАРАНФИЛОВА	Североисточен
42	ЕКО ЕНЕРЏИ 2022 ДООЕЛ Куманово	Североисточен
43	БИГ ЕПЛ ЕНЕРЏИ ДООЕЛ Куманово	Североисточен
44	СОЛАР ТРИ ДООЕЛ Куманово	Североисточен
45	СОЛАР 4 ДООЕЛ Куманово	Североисточен
46	СС САН ЕНЕРЏИ ДООЕЛ Прилеп	Североисточен
47	ДПТУ САН БИМ ДОО експорт - импорт Брвеница	Полошки
48	КМГ БОЛ КВАЗАР ДООЕЛ Скопје	Полошки
49	КМГ БОЛ КВАЗАР ДООЕЛ Скопје	Полошки
50	КМГ БОЛ КВАЗАР ДООЕЛ Скопје	Полошки
51	КАДРИ ЛУТВИЈА	Полошки
52	СОК ЕНЕРЏИ ДООЕЛ Скопје	Полошки
53	ЛД СОЛАР ДООЕЛ Тетово	Полошки
54	СОЛАР МЛТ ДООЕЛ Тетово	Полошки
55	СЕАС ДООЕЛ Тетово	Полошки
56	МЕРТ ПЦБ ДООЕЛ Скопје	Полошки
57	АФЕРДИТА И увоз - извоз ДООЕЛ Кичево	Полошки
58	АКТУЕЛ ЕНЕРЏИ ГРУП ДОО Скопје	Југозападен
59	ДТПУ ДЕ - КА ЕНЕРГИЈА ДООЕЛ Гостивар	Вардарски
60	НУКЛЕУС КОНСТАЛТИНГ ДООЕЛ Скопје	Југозападен
61	ЛТДИ ЕНЕРЏИ ДООЕЛ Скопје	Југозападен
62	ЛТДИ ЕНЕРЏИ ДООЕЛ Скопје	Вардарски
63	ЛТДИ ЕНЕРЏИ ДООЕЛ Скопје	Вардарски
64	ЛТДИ ЕНЕРЏИ ДООЕЛ Скопје	Вардарски
65	ДПЕЕ СОЛАР ИНВЕСТ ПРО ДОО Кавадарци	Вардарски
66	ДТУ ЦЕНТРАЛ ИНВЕСТ ДОО Скопје	Источен
67	ДТУ ЦЕНТРАЛ ИНВЕСТ ДОО Скопје	Источен

6.3 Приоритетните мерки и проекти утврдени во општинскиот енергетски план, за кои е извршена проценка на трошоците и кои се воведени во годишната инвестициона програма на единицата на локалната самоуправа

Во општинските енергетски планови, единиците на локалната самоуправа, меѓу другото утврдуваат приоритетни мерки и проекти кои претставуваат директна, конкретна и изводлива основа за остварување на националните и локалните цели во областа на енергетската ефикасност, користењето на ОИЕ, намалувањето на емисиите на стакленички гасови и унапредувањето на квалитетот на воздухот.

Во доставените општинските енергетски планови за 2026 година се утврдени следниве приоритетни мерки и проекти:

- модернизација на јавното улично осветлување преку замена на постојните неефикасни светилки со LED технологија, вклучително и воведување на системи за управување;

- замена и унапредување на внатрешното осветлување во јавни објекти преку инсталација на LED осветлување и сензорски системи во административни објекти;
- оптимизација и модернизација на системите за греење и ладење во јавните објекти;
- термичка санација на јавни објекти со највисока потрошувачка на енергија;
- изолација на покриви и тавани, санација или замена на столарија и фасадна изолација;
- инсталација на фотонапонски електроцентрали на покриви на јавни објекти;
- подобрување на енергетската ефикасност во комуналните системи;
- воспоставување и функционирање на општински систем за енергетски менаџмент;
- формирање регистар на мерни места, редовно следење на потрошувачката на енергија, подготовка на извештаи и дефинирање индикатори за перформанси;
- подобрување на енергетската ефикасност во општинскиот транспорт;
- таргетиран мерки за намалување на енергетската сиромаштија и
- едукативни и информативни мерки со директна примена.

СЕДМИ ДЕЛ

7. Типови, односно класификација по технологија, прикажани по региони, инсталирана моќност по опсези на прифатени иницијативи

7.1 Сите енергетски објекти со инсталирана моќност поголема или еднаква на 1 MW

Прифатени се 67 иницијативи за изградба на нови енергетски објекти за производство на електрична енергија со инсталирана моќност поголема или еднаква на 1 MW, кои се таксативно наведени во табела 7.

Табела 7. Прифатливи иницијативи на енергетски објекти за производство на електрична енергија со инсталирана моќност поголема или еднаква на 1 MW

Р. Бр.	Назив на инвеститор	Вид на енергетски објект	Регион	Инсталирана моќност (MW)
1	ДПТУ АЛГА ЕНЕРѢИ ДООЕЛ Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Вардарски	1,1
2	ДПТУ ЕНЕРГО САН ПАУЕР ДООЕЛ Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Вардарски	4,5
3	ЕМК Мали Хидроелектрани ДООЕЛ Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Вардарски	40
4	ДПЕ ЕФТ СОЛАР ДООЕЛ Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Вардарски	80
5	ДПЕЕ ЗЕН ЕНЕРѢИ ГРУП НЕГОТИНО СОЛАР ДООЕЛ Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Вардарски	70,4
6	ИИД БАЛКАН ДООЕЛ Тетово	Фотонапонска електроцентрала	Вардарски	29,5
7	ЕКОМЕН ЕНЕРѢИ ДООЕЛ Тетово	Фотонапонска електроцентрала	Вардарски	6,3
8	ДПЕЕ ЗЕН ЕНЕРѢИ ГРУП АРМАТУШ СОЛАР ДООЕЛ Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Вардарски	55
9	ДПЕЕТУ МИТ СОЛАР ДООЕЛ Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Вардарски	50
10	БС СОЛИС ЕНЕРѢИ ДОО Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Вардарски	9,5
11	СТАТУС ЕНЕРѢИ ДОО Скопје	Когенеративна гасна електроцентрала	Вардарски	495
12	ДПТУ ДИФРЕНТ ЕНЕРѢИ ДОО Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Вардарски	9,8
13	ВИЕНТО ЕНЕРГЕТИКО ДООЕЛ Скопје	Ветерна електроцентрала	Источен	57,6
14	ДПТУ ХЕК СОЛАР МК ДОО Пехчево	Фотонапонска електроцентрала	Источен	70
15	ХАЈ ЕНЕРѢИ ДОО Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Источен	7
16	ДПТУ БАЛКАН СОЛАР ГРОУП ДОО Кочани	Фотонапонска електроцентрала	Источен	420
17	ДПТУ СКАЈ СОЛАР ДООЕЛ Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Источен	110
18	ДПТУ БИГ МЕГА МАКЕДОНИЈА ДООЕЛ Штип	Фотонапонска електроцентрала	Источен	74,8
19	ДПЕ СУШЕВО 1 ДОО Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Источен	129

20	МАЈ КОМЕРЦ ЛЕАР ДООЕЛ Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Источен	9
21	ДПТ ГЕРМАН ЕНЕРГО СОЛУШН ДОО Пехчево	Фотонапонска електроцентрала	Источен	2,1
22	ДАМ ЕНЕРЦИ ДООЕЛ Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Источен	108,8
23	ХРОНОС СУМ ДООЕЛ Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Источен	550
24	ВЕТЕРЕН ПАРК СТЕНТОН	Ветерна електроцентрала	Југозападен	157,5
25	ГРС СОЛАР ДООЕЛ Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Југозападен	55
26	МБ - ИГ СОЛАР ДООЕЛ Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Југозападен	7,8
27	МБ - ИГ СОЛАР ДООЕЛ Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Југозападен	7,8
28	ТРИНИТИ СОЛАР ДОО увоз - извоз Охрид	Фотонапонска електроцентрала	Југозападен	20
29	АД ЕЛЕКТРАНИ НА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Југозападен	10
30	ДПТУ ППЕМ БРУССЕЛС ДООЕЛ Струмица	Ветерна електроцентрала	Југоисточен	57,6
31	АД ЕЛЕКТРАНИ НА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА Скопје	Ветерна електроцентрала	Југоисточен	13,6
32	ДПЕЕ ИНТЕР СОЛАР СИТИ ДООЕЛ Радовиш	Фотонапонска електроцентрала	Југоисточен	3,96
33	ДПЕЕ ИНТЕР СОЛАР СИТИ ДООЕЛ Радовиш	Фотонапонска електроцентрала	Југоисточен	3,6
34	АД ЕЛЕКТРАНИ НА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Југоисточен	30
35	ДТПУ МЕЈ ЕНЕРЦИ ДОО Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Пелагониски	5,95
36	ДТПУ МЕЈ ЕНЕРЦИ ДОО Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Пелагониски	3,85
37	ДТПУ МЕЈ ЕНЕРЦИ ДОО Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Пелагониски	9,1
38	ЕНЕРСОЛАР ЕСТЕЈТ 21 ДОО Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Пелагониски	35,5
39	БАЛКАН РЕНЕВАБЛЕ ИНВЕСТМЕНТС ДОО Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Пелагониски	120
40	ДТПЕЕ ГРИН ЕНЕРЦИ САПЛАЈ ДООЕЛ Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Пелагониски	9,9
41	ДПТУ ВИАН ЕНЕРЦИ ДООЕЛ Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Пелагониски	19,75
42	ДППТУ ГРАНДСОЛАР увоз - извоз ДОО Долнени	Фотонапонска електроцентрала	Пелагониски	309,87
43	ТДТУ ФОРТИС ЕНЕРГЕТИКА И ГРАДЕЖНИШТВО ДООЕЛ Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Пелагониски	22,4
44	ДПЕЕ ГИМ ЕНЕРГЕТИКА ДОО Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Пелагониски	50,336
45	Бранислав Трпчевски	Фотонапонска електроцентрала	Пелагониски	25,25
46	АД ЕЛЕКТРАНИ НА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Пелагониски	100
47	АД ЕЛЕКТРАНИ НА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Пелагониски	60
48	ДППЕЕ ЕУРОЕСА ЕНЕРЦИ ДООЕЛ Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Пелагониски	25
49	ДППЕЕ ЕУРОЕСА ЕНЕРЦИ ДООЕЛ Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Пелагониски	30
50	СПЕС СОЛАР ДОО Битола	Фотонапонска електроцентрала	Пелагониски	3,947
51	ВС ИНЖЕНЕРИНГ ГРУПА ДОО Скопје	Ветерна електроцентрала	Пелагониски	85
52	ЕНЕРГО Р ГРОУП ДОО експорт - импорт Брвеница	Фотонапонска електроцентрала	Полошки	3,3
53	ПП ГРЕЕН ЕНЕРГИЈА ДОО Прилеп	Фотонапонска електроцентрала	Полошки	2,99
54	ЕНЕРГО Р ГРОУП ДОО експорт - импорт Брвеница	Фотонапонска електроцентрала	Полошки	3,3

55	НОВАСОЛ ЕНЕРГИ ДОО Тетово	Фотонапонска електроцентрала	Полошки	2,97
56	НОВАСОЛ ЕНЕРГИ ДОО Тетово	Фотонапонска електроцентрала	Полошки	2,97
57	ДПТУ 4 ВИНД ЕНЕРГИ ДООЕЛ увоз - извоз Скопје	Ветерна електроцентрала	Североисточен	122,4
58	ДПТУ ВЕТЕРЕН ПАРК ВИРОВИ ДООЕЛ Скопје	Ветерна електроцентрала	Североисточен	414
59	Мартин Кочков и Влатко Кијајов	Фотонапонска електроцентрала	Североисточен	1,64
60	Мартин Кочков и Влатко Кијајов	Фотонапонска електроцентрала	Североисточен	2,16
61	Мартин Кочков и Влатко Кијајов	Фотонапонска електроцентрала	Североисточен	7,16
62	ЕМК Мали Хидроелектрани ДООЕЛ Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Североисточен	4,5
63	ДПЕЕ ФОНКО ХИДРО ДОО экспорт - импорт Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Скопски	157,5
64	ОКТА РАФИНЕРИЈА НА НАФТА АД Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Скопски	8,04
65	ОКТА РАФИНЕРИЈА НА НАФТА АД Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Скопски	9,76
66	ПОЛИЕСТЕРДЕЈ ДООЕЛ экспорт - импорт Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Скопски	1
67	ПОЛИЕСТЕРДЕЈ ДООЕЛ экспорт - импорт Скопје	Фотонапонска електроцентрала	Скопски	1

7.2 Енергетски објекти кои се дел од општинскиот план

Преглед на енергетските објекти за производство на електрична енергија, вклучително и на складишта за електрична енергија во склоп на електроцентрали кои се дел од општинските енергетски планови е прикажан во шестиот дел од Годишниот план.

ОСМИ ДЕЛ

8. Мерка заради обезбедување на сигурно и доверливо снабдување со енергија

Во делот на развој на нови производни капацитети, особено од ОИЕ, со Годишниот план се опфатени 66 енергетски објекти од ОИЕ, со вкупна инсталирана моќност од 3921,803 MW и тоа 59 фотонапонски електроцентрали со вкупна инсталирана моќност од 3014,103 MW и 7 ветерни електроцентрали со вкупна инсталирана моќност од 907,7 MW.

ДЕВЕТТИ ДЕЛ

9. Мрежни проценки и инвестиции изработени од Министерството, ОПС и ОДС

9.1 Начини на приклучување на енергетските објекти прифатени во Годишниот план

Енергетските објекти за производство на електрична енергија и складирање на електрична енергија со инсталирана моќност еднаква или поголема од 10 MW се приклучуваат на преносната мрежа, согласно одредбите од Правилникот и одредената точка на приклучување од страна на ОПС во соработка со Министерството. Во Годишниот план се вклучени вкупно 82 енергетски објекти со инсталирана моќност поголема од 10 MW кои се предвидени за приклучување на преносната мрежа, вклучително и складишта за електрична енергија.

Енергетските објекти со инсталирана моќност помала од 10 MW се приклучуваат на дистрибутивната мрежа, во точка на приклучување одредена од страна на ОДС во соработка со Министерството. Вкупно 148 нови енергетски објекти од Годишниот план за предвидени за приклучување на дистрибутивната мрежа, вклучително и складишта на електрична енергија и енергетските објекти опфатени во општинските енергетски планови.

Прелиминарните анализи за приклучување на енергетските објекти опфатени со Годишниот план се прикажани во Прилог 1.

9.2 Потребни од системски резерви

ОПС АД МЕПСО утврди потреба од дополнителни системски резерви на преносната мрежа за приклучување на енергетските објекти опфатени со Годишниот план. Основните системски ограничувања за приклучување на новите енергетски објекти, а особено од ОИЕ на преносната мрежа се обезбедување на системските резерви за регулација на оптоварувањето и фреквенцијата и проблемите со балансирањето на производството и потрошувачката.

Со Годишниот план се опфатени нови енергетски објекти со вкупна инсталирана моќност над 4400 MW, што налага зголемување на системските резерви за балансирање според линеарна зависност. Во такви услови, потребите од резерви за секундарна регулација се зголемуваат на 150 MW, додека резервите за терциерна регулација се зголемуваат на околу 450 MW, односно вкупно резерви за балансирање од околу 600 MW. Главни причини за зголемени потреби од секундарна и терциерна резерва се големите промени на моќности помеѓу два интервали на номинации при пазарно тргување со електрична енергија и поголемите грешки во прогнозите, во смисла на апсолутна вредност поради голем број на енергетски објекти за производство на електрична енергија од ОИЕ.

Системските резерви во прва фаза може да се обезбедат преку:

- вклучување на сите хидроелектроцентрали и термоелектроцентрали;
- поддршка од соседните енергетски системи на ENTSO-E;
- заедничко димензионирање на системските резерви во рамки на контролниот блок меѓу Србија, Црна Гора и Македонија;
- подобрување на прогнозите на оптоварувањето и производството од електроцентралите кои користат ОИЕ и
- воведување на 15 минутен диспечерски интервал.

Долгорочно, зголемувањето на системските резерви може да се оствари преку два типа на складишта на електрична енергија кои се технички изводливи, со разумен период на градба и со добри економски показатели и тоа:

- пумпно – акумулациони хидроелектроцентрали и
- батериски системи за складирање енергија.

9.3 Потребни од дополнителни инвестиции во преносната мрежа и дистрибутивните мрежи за наредни три години, со можност за ажурирање еднаш годишно, кои операторите се должни да ги вклучат во своите развојни планови

Поради обезбедување на стабилност во работата на мрежите при приклучување на новите енергетски објекти опфатени со Годишниот план, а согласно прелиминарните анализи и пресметки опфатен со нацрт – Интегралната студија, утврдена е потреба од дополнителни краткорочни и долгорочни мрежни инвестиции и тоа за:

- реконструкција на 116 km далекуводи (вклучително на 110 kV далекувод Битола 1 – Прилеп 1, 110 kV далекувод Битола 1 – Битола 2, 110 kV далекувод Кавадарци – Прилеп 1 и далекуводите од 110 kV потег Гостивар – Осломеј – Кичево – Сопотница – Битола 1), изградба на ТС Охрид 400/110 kV и интерконекција со 400 kV далекувод Битола 2 – Елбасан (Република Северна Македонија – Република Албанија) во западниот регион;
- реконструкција на 92 km далекуводи (Кочани – Штип 28 km, Пробиштип – Кратово 16 km, Бучим – Радовиш – Берово 48 km), изградба на нова ТС Штип и уреди за компензација (25 MVAг реактор во ТС Кочани) во источниот и североисточниот регион;
- изградба на нова ТС Милетково 400/110 kV и реконструкција на далекуводот Валаново – Струмица во југоисточниот регион;
- изградба на нова ТС Куманово 400/110 kV со приклучок на постоечки 400 kV далекувод Штип – Врање во северниот регион и
- секционирање на собирниците во ТС Скопје 1 400/110 kV и ТС Скопје 4 400/110 kV со реконструкција на далекуводи во скопскиот регион (110 kV потег Скопје 4 – Петровец – Велес, 110 kV далекувод Горче Петров – Скопје 1, 110 kV далекувод Скопје 3 – Горче Петров и 110 kV далекувод Скопје 4 – Бунарџик).

9.4 Следење на енергетски развој на општините и планските региони според развојни насоки од НПЕК и општинските енергетски планови

Имајќи предвид дека во Годишниот план за прв пат се вклучуваат иницијативи доставени од единиците на локалната самоуправа, а кои се дел од општинските планови, следењето на енергетскиот развој на општините и планските региони според развојните насоки на НПЕК ќе биде воспоставено и следено од наредната година.

9.5 Можности за приклучување на мрежа врз основа на мрежни и пазарни анализи изработени согласно Интегралната студија со цел да се направи проверка на текови на моќност, преоптовареност на водови и напонска состојба на мрежа за режими на работа во кои сите елементи се во погон како и за режими на поединечни испади, како и висината на минималната и максималната струја на куса врска за потребите на инвеститорите

Приклучувањето на енергетските објекти опфатени со Годишниот план на преносната односно дистрибутивната мрежа се врши врз основа на прелиминарни мрежни и пазарни анализи, со цел обезбедување на стабилност, сигурност и усогласеност со Мрежните правила за пренос на електрична енергија донесени од ОПС АД МЕПСО, Мрежните правила за дистрибуција на електрична енергија донесени од ОДС Електродистрибуција ДООЕЛ, правилата на ENTSO-E и Законот.

Проценката на можностите за приклучување се врши преку индивидуални студии за приклучок, кои опфаќаат анализи за:

- проток на моќност;
 - термичко оптоварување на водови и трансформатори во N – 0 и N – 1 режим;
 - напонски профили и напонска стабилност;
 - струи на куса врска (максимални и минимални);
 - динамичка и фреквенциска стабилност и
 - усогласеност со барањата за производни единици и пазарни обврски за балансирање.
- При приклучување на нов енергетски објект, ограничувачките фактори вклучуваат:
- ограничувања на термичките капацитети на поединечни 110 kV и 400 kV водови;
 - ризици од пречекорување на напонските гранични вредности во услови на намалено оптоварување и зголемено производство од ОИЕ;
 - ограничена инерција и резерви за фреквенциска регулација при висок удел на ОИЕ и
 - максимално дозволени струи на куса врска на поединечни собирнички системи.
- Приклучокот на нов енергетски објект е дозволен ако:
- не предизвикува преоптоварување над термичките гранични вредности во N – 0 и N – 1 режим;
 - не доведува до напонски отстапувања над дозволените гранични вредности ($\pm 5\%$ за 400 kV и $\pm 10\%$ за 110 kV);
 - не го нарушува принципот на најголем дозволен губиток ($\leq$ моќноста на најголемата производна единица);
 - не ги надминува дозволените гранични вредности на струите на куса врска на опремата и
 - обезбедува усогласеност со барањата за реактивна моќност, фреквенциска регулација и автоматска диспечерска контрола.

Секој нов енергетски објект приклучен на мрежата е должен да учествува на организираните пазари на електрична енергија и да обезбеди балансирање на сопствените отстапувања, согласно Правилата за организиран пазар на електрична енергија. Новите енергетски објекти вклучени во Годишниот план особено треба:

- да обезбедат или договорно да обезбедат резерви за балансирање;
- да ги исполнуваат техничките барања за автоматска регулација на активна и реактивна моќност и
- да поседуваат капацитети за складирање или договорени балансни услуги каде што тоа е пропишано со Мрежните правила.

9.6 Потреба за изработка на мрежни и пазарни анализи со цел да се направи проверка на текови на моќност, преоптовареност на водови и напонска состојба на мрежите за режими на работа во кои сите елементи се во погон како и за режими на испад

Во табела 8 се прикажани прелиминарните пресметки, мрежни и пазарни анализи во режим N – 0 (режим на работа во кој сите елементи се во погон) и режим N – 1 (режим на единечен испад) по критични региони, при приклучување на новите енергетски објекти од Годишниот план, а со цел да се направи проверка на текови на моќност, преоптовареност на водови и напонска состојба на мрежите.

Табела 8. Прелиминарни пресметки, мрежни и пазарни анализи за режим N – 0 и режим N – 1 на мрежата при вклучени нови енергетски објекти од Годишниот план

Регион	Резултати од прелиминарни пресметки и мрежни анализи	Заклучоци и потребни мерки	Резултати од прелиминарни пазарни анализи
Западен регион	Регионот е критичен поради максимална ангажираност на ХЕЦ Тиквеш, ХЕЦ Шпиље и ХЕЦ Глобочица, РЕК Битола и ТЕЦ Осломеј, како и ФЕЦ Осломеј 1 од 10 MW, со ниско нокно оптоварување и зимско врвно оптоварување од приближно 1,5 GW, како и предвидени нови енергетски објекти со Годишниот план со вкупно инсталирана моќност од околу 1100 MW. Во режим N – 0, 110 kV далекуводите Кичево – Осломеј се оптоварени од 5% до 12%, а Сопотница – Битола 1 околу 15%, при напони поголеми од 420 kV до 449 kV. Во режим N – 1, при симулиран испад на 400 kV собирница Битола, оптоварувањето на далекуводот Кичево – Сопотница достигнува 90% до 96%, а Битола 1 – Сопотница 93,96% со загуби од околу 485 MW по сепарација 400/110 kV. Во 110 kV мрежата се јавува пад на напон под 104,5 kV и активирање на заштита. Во ТС Битола 2 се пресметани трифазна струја на куса врска од 17,5 kA и еднофазна од 15,1 kA со потреба од секционирање на собирниците.	Сигурноста во режим N – 1 не е исполнета. Се препорачува реконструкција на 116 km далекуводи, изградба на ТС Охрид 400/110 kV и интерконекција Битола – Елбасан.	Вклучувањето на новите објекти во регион со веќе висока концентрација на производство создава ризик од заситување на преносните капацитети и појава на ограничувања во преносот, со можност за редукација на производство во услови на ниско оптоварување. Можно е зголемување на трошоците за балансирање и потреба од поголема ангажираност на секундарна и терциерна резерва, како и влијание врз прекуграничните текови и трговските позиции кон соседните системи.
Источен и Североисточен регион	Предвидени се околу 1600 MW нови енергетски објекти. Во режим N – 0, далекуводот Кочани – Штип е оптоварен околу 28%, со напони под 99 kV во периферијата. Во режим N – 1, при испад на ТС Штип 110/400 kV, оптоварувањето достигнува 94,99%, со ризик за далекуводот Кратово – Крива Паланка. Напоните паѓаат под 104,5 kV, а во ТС Штип се јавуваат пренапони од околу 437 kV. Пресметана е трифазната струја на куса врска во ТС Штип од приближно 17 kA, поради што е потребна проверка на селективноста на заштитата. Системот е генерално стабилен, но со висока чувствителност на новите енергетски објекти од ОИЕ и ризик од регионално влијание.	Потребна е реконструкција на 92 km далекуводи (Кочани – Штип 28 km, Пробиштип – Кратово 16 km, Бучим – Радовиш – Берово 48 km), изградба на нова ТС Штип 110/400 kV и уреди за компензација (25 MVAr реактор во ТС Кочани).	Интеграцијата на новите фотонапонски и ветерни електроцентрали ќе доведе до зголемена варијабилност на производството и потенцијални ценовни осцилации во часови со високо производство. Можно е појавување на негативни цени во периоди на ниска побарувачка и потреба од засилени механизми за балансирање и регионална координација на пазарите.

Југоисточен регион	Регионот има ниско оптоварување и нови објекти од ОИЕ со планирана моќност од околу 110 MW. Во режим N – 0 се јавуваат напони поголеми од 420 kV. Во режим N – 1, при испад на 400 kV собирница во ТС Дуброво, далекуводот Валандово – Струмица достигнува оптоварување од 90% до 95%, со пренапони до 437 kV во ТС Дуброво. Трифазната струја на куса врска во ТС Дуброво е пресметана на приближно 17,3 kA, а еднофазната на 14,1 kA. Системот е стабилен, но со осцилации при зголемено производство од ОИЕ и ризик од сепарација.	Изградба на нова ТС Милетково (400 kV/110 kV) и реконструкција на далекуводи, особено на Валандово – Струмица.	Поради ниската локална потрошувачка, новите објекти ќе создадат изразен извозен профил, со зависност од расположливоста на прекуграничните капацитети. Можно е зголемено влијание врз пазарните цени во јужниот регион и појава на ограничувања кои ќе бараат редиспечирање.
Северен регион	Регион со релативно ниско оптоварување и можност за приклучок на нови енергетски објекти од ОИЕ со помала моќност, при што со Годишниот план се опфатени околу 560 MW. Во режим N – 0, далекуводот Крива Река – Куманово е оптоварен околу 29%. Во режим N – 1 (при симулиран испад на 400 kV собирница во ТС Скопје 4) достигнува 90,6%, со пад на напони под 99 kV. Струјата на куса врска изнесува приближно 40 kA (потреба од секционирање на собирници).	Потреба од нова ТС Куманово и реконструкција на постоечка инфраструктура.	Новите објекти со помала моќност ќе имаат ограничено влијание врз вкупниот пазар, но во услови на N – 1 можат да создадат локални ограничувања и дополнителни трошоци за балансирање, особено поради поврзаноста со Скопскиот регион.
Скопски регион	Регионот е со ниско оптоварување, но висок конзум. Предвидени се 177,3 MW нови енергетски објекти со Годишниот план. Во режим N – 0 системот е релативно стабилен, но се јавуваат пренапони во ТС Скопје 5 поголеми од 449 kV. Во режим N – 1, при симулиран испад на 400 kV собирница во ТС Скопје 5, далекуводот Овче Поле – Штип достигнува оптоварување од 94,99%, со можен испад на 110 kV мрежата. Во ТС Скопје 4 пресметана е средна вредност на трифазна струја на куса врска од 29,5 kA и при N – 1 се јавува висок ризик од сепарација, поради што е потребно секционирање на собирници во ТС Скопје 1 и ТС Скопје 4 и реконструкција на далекуводи.	Потребно секционирање на собирниците во ТС Скопје 1 и ТС Скопје 4 и реконструкција на далекуводи.	Како регион со најголем конзум, интеграцијата на нови објекти ќе влијае врз локалниот баланс на понуда и побарувачка, со можност за намалување на маргиналната цена во часови со високо производство, но и зголемен ризик од ограничувања во случај на мрежни испади.

Во табела 9 се прикажани прелиминарните пресметки, мрежни и пазарни анализи во режим N – 2 (режим на двоен испад) по критични региони, при приклучување на новите енергетски објекти од Годишниот план.

Табела 9. Прелиминарни пресметки, мрежни и пазарни анализи за режим N – 2 на мрежата при вклучени нови енергетски објекти од Годишниот план

Регион	Резултати од прелиминарни пресметки и мрежни анализи	Заклучоци и потребни мерки	Резултати од прелиминарни пазарни анализи
Западен регион	Регионот е особено чувствителен на N – 2 испади, при што се разгледува истовремен испад на два 110 kV далекуводи или испад на трансформатор и генератор. Оптоварувањето на далекуводите се зголемува над 120 %, што доведува до каскадни исклучувања. Се јавува голема напонска нестабилност со напони помали од 99 kV во 110 kV мрежата и поголеми од 450 kV во 400 kV мрежата, како и дополнително зголемување на струите на куса врска за повеќе од 40 kA во критичните јазли, со непригушени осцилации, потенцијална сепарација и регионално влијание кон соседни системи, особено кон Република Бугарија.	N – 2 режимот е со висок ризик. Се препорачува реконструкција на мрежната инфраструктура.	Во услови на N – 2 можно е принудно ограничување на производството од ОИЕ и конвенционалните капацитети, со директно влијание врз пазарните позиции и можни финансиски последици за производителите.

Источен и Североисточен регион	Во режим N – 2 регионот е подложен на испади при приклучување на новите објекти, со оптоварување на далекуводите поголемо од 130 %, колапс на периферните напони и појава на пренапони во ТС Штип поголеми од 437 kV при ниско оптоварување, дополнително зголемување на струите на куса врска за повеќе од 40 kA во однос на режимите N – 0 и N – 1, со ризик од неуспешно отстранување на дефектите, осцилации и потенцијална сепарација со каскадни ефекти врз целиот систем.	N – 2 режимот е со умерен до висок ризик. Препорака за реконструкција на мрежната инфраструктура и вклучување на компензациски уреди (25 MVar реактор во ТС Кочани).	Можно е привремено исклучување на дел од новите енергетски објекти, со влијание врз договорните обврски и зголемени трошоци за балансирање.
Југоисточен регион	Во режим N – 2 постои потенцијал за вклучување на новите објекти од ОИЕ, но оптоварувањето на далекуводите надминува 140 %, се јавува ризик од тежок колапс или пренапони поголеми од 420 kV со големо влијание на ТС Дуброво, ризик од пречекорување на горни гранични вредности, осцилации и потенцијална сепарација со голем ризик од испад на мрежата.	Потреба од итно зајакнување на мрежните капацитети. Изградба на нова ТС Милетково 400/110 kV.	Висок ризик од пазарна нестабилност и ограничување на извозните трансакции во услови на двоен испад.
Северен регион	Во режим N – 2 регионот е поврзан со Скопскиот регион со ризици од високи струи, оптоварување на далекуводите поголемо од 120 %, напони помали од 99 kV и струи на куса врска поголеми од 40 kA во критичните јазли, со ризик од непригушени осцилации и умерен ризик.	Умерен ризик. Потреба од нова ТС Куманово.	Ограничено, но потенцијално значајно влијание врз локалниот баланс и зголемување на трошоците за системски услуги.
Скопски регион	Во режим N – 2, како централен регион со висок ризик од струи на куса врска и појава на врвни оптоварувања, оптоварувањето на далекуводите надминува 130 %, постои ризик од пренапони поголеми од 449 kV и колапс на 110 kV мрежата, ризик од пречекорување на горни гранични вредности и појава на каскадни ефекти.	Се препорачува секционирање на собирници во ТС Скопје 1 и ТС Скопје 4.	Како централен пазарен јазол, N – 2 режимот може да предизвика значајни ценовни осцилации и зголемена потреба од итни интервенции на Операторот на системот.

ДЕСЕТТИ ДЕЛ

10. Финансиски и технички обврски за носители и рокови за инвестирање

10.1 Носители на обврски за инвестирање во зајакнување на енергетските мрежи за потребите на Годишниот план

Табела 10. Преглед на носителите и обврските за инвестирање во зајакнување на енергетските мрежи за потребите на планот

Носител	Финансиски обврски	Технички обврски	Образложение
Заинтересирани инвеститори за изградба на нови енергетски објекти	Самостојно ја носат финансиската обврска и ги изведуваат зајакнувањата. Покриваат $\geq 50\%$ од трошоците за зајакнување на мрежата. Ги финансираат и изведуваат работите за радијални врски, нови инфраструктури и дел од постоечките (за номинален напон ≤ 35 kV), врз основа на формули за распределба. Обезбедуваат банкарска гаранција за изградба на енергетскиот објект.	Доставуваат техничка документација (ревидиран основен проект, елаборат за заштитата на животна средина), спроведуваат геолошки или геотехнички истражувања и обезбедуваат просторни резерви во трафостаници.	Согласно член 21 од Правилникот, инвеститорите се дел од множеството N (инвеститори чиј приклучок предизвикува претовар). Трошоците се распределуваат врз основа на придонесот кон преоптоварување.
ОПС	Покрива резидуални трошоци од сопствени средства или заеми (на пример: ЕБОР, WBIF). Не ја носи примарната финансиска обврска за зајакнувања поврзани со нови инвестиции за изградба на енергетски објекти.	Одговорен за техничка исправност (проверка на текови на моќност, преоптоварување, напонски состојби) и технички прием (потврда на усогласеност со стандарди). Врши интегрални студии за мрежни и пазарни анализи, определува варијанти за приклучок и обезбедува податоци за капацитет.	Согласно член 14 и 20 од Правилникот, ОПС соработува со Министерството за определување на точки на приклучок и варијанти, врз основа на технички барања.

ОДС	Покрива резидуални трошоци за дистрибутивната мрежа (за номинален напон ≤ 35 kV).	Одговорен за техничка исправност и прием во дистрибутивната мрежа, врши анализи за приклучоци со номинална моќност до 10 MW.	Спогласно член 94 од Законот, ОДС е одговорен за долгорочен развој, но инвеститорите финансираат зајакнувања поврзани со нивните објекти.
Министерството и Регулаторна комисија за енергетика	Надзор над распределбата на трошоци и обврски во Годишниот план.	Координира технички анализи и усвојува планови за зајакнување.	Одредува носители и рокови, објавува годишни извештаи за реализација.

10.2 Рокови за реализација на инвестициите

Роковите за реализација на инвестициите за зајакнување на преносната и дистрибутивната мрежа поради приклучување на нови енергетски објекти се дефинирани во Планот за развој на преносниот систем донесен од ОПС АД МЕПСО за периодот 2025 – 2035, Планот за развој на дистрибутивниот систем донесен од ОДС Електродистрибуција ДООЕЛ за периодот 2025 – 2035 и НПЕК, а се усогласени со Законот.

Во врска со енергетските објекти опфатени со Годишниот план, инвестициските трошоци за нивно приклучување утврдени врз основа на изработените прелиминарни анализи за приклучок, како и роковите за реализација на проектите согласно доставените студии за изводливост и оправданост кои се составен дел на иницијативите за вклучување во Годишниот план, вклучително и потребите од дополнителни мрежни инвестиции поради реализацијата на приклучоците со утврдени рокови се прикажани во Прилог 1 од овој Годишен план.

ЕДИНАЕСЕТТИ ДЕЛ

11. Складирање на електрична енергија

11.1 Складишта на електрична енергија во склоп на електроцентрали

Со Годишниот план се опфатени вкупно 77 складишта на електрична енергија во склоп на постоечки или нови електроцентрали. Вкупната инсталирана моќност на интегрираните складиштата изнесува 1389,68 MW со вкупен капацитет за складирање од 3465,96 MWh.

Преглед на складиштата на електрична енергија во склоп на електроцентрали е прикажан во табела 11.

Табела 11. Преглед на складишта на електрична енергија во склоп на електроцентрали

Р. Бр.	Назив на инвеститор	Инсталирана моќност (MW)	Инсталиран капацитет (MWh)
1	ДПТУ ППЕМ БРУССЕЛС ДООЕЛ Струмица	24	48
2	ВИЕНТО ЕНЕРГЕТИКО ДООЕЛ Скопје	20	40
3	ВЕТЕРЕН ПАРК СТЕНТОН	45	90
4	ДПТУ 4 ВИНД ЕНЕРЦИ ДООЕЛ увоз - извоз Скопје	45	90
5	ДПТУ ВЕТЕРЕН ПАРК ВИРОВИ ДООЕЛ Скопје	100	1
6	АД ЕЛЕКТРАНИ НА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА Скопје	2,7	5,44
7	ДТПУ МЕЈ ЕНЕРЦИ ДОО Скопје	1,6	3,008
8	ДТПУ МЕЈ ЕНЕРЦИ ДОО Скопје	1,2	2,256
9	ДТПУ МЕЈ ЕНЕРЦИ ДОО Скопје	3,2	6,016
10	ДПТУ ХЕК СОЛАР МК ДОО Пехчево	50	100
11	ГРС СОЛАР ДООЕЛ Скопје	20,7	75
12	ЕНЕРГО Р ГРОУП ДОО експорт - импорт Брвеница	1	2,032
13	ДПЕЕ ФОНКО ХИДРО ДОО експорт - импорт Скопје	55	275
14	ЕНЕРСОЛАР ЕСТЕЈТ 21 ДОО Скопје	10	30
15	БАЛКАН РЕНЕВАБЛЕ ИНВЕСТМЕНТС ДОО Скопје	40	120
16	МБ - ИГ СОЛАР ДООЕЛ Скопје	8	16
17	МБ - ИГ СОЛАР ДООЕЛ Скопје	8	16
18	Мартин Кочков и Влатко Кијајов	0,5	1,03
19	Мартин Кочков и Влатко Кијајов	0,5	1,03
20	Мартин Кочков и Влатко Кијајов	2,5	3,44
21	ДТПЕЕ ГРИН ЕНЕРЦИ САПЛАЈ ДООЕЛ Скопје	9,9	23,067
22	ДПТУ АЈГА ЕНЕРЦИ ДООЕЛ Скопје	1,1	2,563
23	ДПТУ ЕНЕРГО САН ПАУЕР ДООЕЛ Скопје	4	9,32
24	ОКТА РАФИНЕРИЈА НА НАФТА АД Скопје	2,554	4,472

25	ОКТА РАФИНЕРИЈА НА НАФТА АД Скопје	2,554	4,472
26	ЕМК Мали Хидроелектрани ДООЕЛ Скопје	10	20
27	ЕМК Мали Хидроелектрани ДООЕЛ Скопје	5	10
28	ХАЈ ЕНЕРЏИ ДОО Скопје	3,75	16,28
29	ДПТУ ВИАН ЕНЕРЏИ ДООЕЛ Скопје	2,5	5
30	ДПЕ ЕФТ СОЛАР ДООЕЛ Скопје	20	40
31	ДПЕЕ ЗЕН ЕНЕРЏИ ГРУП НЕГОТИНО СОЛАР ДООЕЛ Скопје	22,5	45
32	ДПТУ БАЛКАН СОЛАР ГРУП ДОО Кочани	165	618,75
33	ИИД БАЛКАН ДООЕЛ Тетово	10,35	30,09
34	ЕКОМЕН ЕНЕРЏИ ДООЕЛ Тетово	2,8	8,14
35	ПП ГРЕЕН ЕНЕРГИЈА ДОО Прилеп	0,8	0,836
36	ДПШТУ ГРАНДСОЛАР увоз - извоз ДОО Долнени	62	185,5
37	ДПТУ СКАЈ СОЛАР ДООЕЛ Скопје	30	60
38	ДПТУ БИГ МЕГА МАКЕДОНИЈА ДООЕЛ Штип	22	44
39	ДПЕ СУШЕВО 1 ДОО Скопје	40	200
40	ДПЕЕ ИНТЕР СОЛАР СИТИ ДООЕЛ Радовиш	1,5	3,495
41	ЕНЕРГО Р ГРУП ДОО експорт - импорт Брвеница	1	2,032
42	ТДТУ ФОРТИС ЕНЕРГЕТИКА И ГРАДЕЖНИШТВО ДООЕЛ Скопје	7,521	15,03
43	ДПЕЕ ГИМ ЕНЕРГЕТИКА ДОО Скопје	10	20
44	ДПЕЕ ЗЕН ЕНЕРЏИ ГРУП АРМАТУШ СОЛАР ДООЕЛ Скопје	21	42
45	ДПЕЕ ИНТЕР СОЛАР СИТИ ДООЕЛ Радовиш	1,5	3,5
46	МАЈ КОМЕРЦ ЛЕАР ДООЕЛ Скопје	5	11,2
47	НОВАСОЛ ЕНЕРГИ ДОО Тетово	1	2
48	НОВАСОЛ ЕНЕРГИ ДОО Тетово	1	2
49	ДПЕЕТУ МИТ СОЛАР ДООЕЛ Скопје	50	200
50	Бранислав Трпчевски	18	56,412
51	ТРИНИТИ СОЛАР ДОО увоз - извоз Охрид	20	100
52	БС СОЛИС ЕНЕРЏИ ДОО Скопје	9,5	20,35
53	МБ - ИГ СОЛАР ДООЕЛ Скопје	8	16
54	БИГ ЕНЕРЏИ СОЛУШНС ДООЕЛ Скопје	60	120
55	ДПЕЕ БИГ СОЛАР ДООЕЛ Скопје	4	8
56	ДПЕЕ БИГ СОЛАР ДООЕЛ Скопје	4	8
57	ДПЕЕ БИГ СОЛАР ДООЕЛ Скопје	4	8
58	ДПЕЕ БИГ СОЛАР ДООЕЛ Скопје	4	8
59	АД ЕЛЕКТРАНИ НА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА Скопје	15	30
60	АД ЕЛЕКТРАНИ НА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА Скопје	20	40
61	АД ЕЛЕКТРАНИ НА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА Скопје	12	24
62	АД ЕЛЕКТРАНИ НА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА Скопје	2	4
63	ДППЕЕ ЕУРОЕСА ЕНЕРЏИ ДООЕЛ Скопје	40	40
64	ДППЕЕ ЕУРОЕСА ЕНЕРЏИ ДООЕЛ Скопје	40	40
65	ДДПЕЕ ЕУРОВИА СОЛАР ДООЕЛ Желино	1,5	6,25
66	ПОЛИЕСТЕРДЕЈ ДООЕЛ експорт - импорт Скопје	1,375	3,343
67	ПОЛИЕСТЕРДЕЈ ДООЕЛ експорт - импорт Скопје	0,5	1,29
68	ПОЛИЕСТЕРДЕЈ ДООЕЛ експорт - импорт Скопје	1,72	3,3434
69	ПОЛИЕСТЕРДЕЈ ДООЕЛ експорт - импорт Скопје	0,43	0,75
70	ПОЛИЕСТЕРДЕЈ ДООЕЛ експорт - импорт Скопје	1,29	2,24
71	СПЕС СОЛАР ДОО Битола	0,8	1,67
72	ДПТ ГЕРМАН ЕНЕРГО СОЛУШН ДОО Пехчево	0,8	3,344
73	ДАМ ЕНЕРЏИ ДООЕЛ Скопје	25,6	50,12
74	ЕВН МАКЕДОНИЈА ЕЛЕКТРАНИ ДООЕЛ Скопје	9,937	20,35
75	ДПТУ ДИФРЕНТ ЕНЕРЏИ ДОО Скопје	2	4
76	ВС ИНЖЕНЕРИНГ ГРУПА ДОО Скопје	18	72
77	ХРОНОС СУМ ДООЕЛ Скопје	110,4	220,6

11.2 Изолирани складишта на електрична енергија

Прифатени се вкупно 19 иницијатива за изградба на изолирани складишта на електрична енергија, а со цел приклучување на енергетскиот систем и обезбедување стабилност, сигурност и флексибилност на мрежите. Изолираните складишта се таксативно наведени во табела 12.

Табела 12. Прифатени иницијативи за изолирани складишта на електрична енергија

Р. Бр.	Назив на инвеститор	Инсталирана моќност (MW)	Инсталиран капацитет (MWh)
1	ДПТЕЕ ПЛУТУС ЕДЕН ДОО Скопје	50	200
2	ДПТЕЕ ПЛУТУС ВИНД ДОО Скопје	50	200
3	ДПТУ ХЕК СОЛАР МК ДОО Пехчево	50	100
4	ДПУТ СОЛАР ПАРК ГРОУП ДОО Скопје	1	2
5	ТЕССА ГРУП ДООЕЛ Скопје	65,518	131,036
6	КМГ ЕОЛ КВАЗАР ДООЕЛ Скопје	1	2,32
7	КМГ ЕОЛ КВАЗАР ДООЕЛ Скопје	1	2,32
8	КМГ ЕОЛ КВАЗАР ДООЕЛ Скопје	1	2,32
9	БАЛКАН РЕНЕВАБЛЕ ИНВЕСТМЕНТС ДОО Скопје	120	240
10	ДПЕ ЕФТ СОЛАР ДООЕЛ Скопје	60	120
11	ДПТУ БС ЉУБАШ ДООЕЛ Кавадарци	10	40
12	БИХ СОЛАР ЕНЕРѢИ ДОО Штип	35	70
13	МАЈ КОМЕРЦ ЛЕАР ДООЕЛ Скопје	100	112
14	ДПЕЕ ГЕН - И СОНЦЕ ДООЕЛ Скопје	10	40
15	ДПЕЕ ГЕН - И СОНЦЕ ДООЕЛ Скопје	5	20
16	ЕВН МАКЕДОНИЈА ЕЛЕКТРАНИ ДООЕЛ Скопје	4	12,5
17	ЕВН МАКЕДОНИЈА ЕЛЕКТРАНИ ДООЕЛ Скопје	4	16,25
18	ДПЕЕ ФОРТИС ЕНЕРГЕТИКА ФОТОНАПОНСКИ ЦЕНТРАЛИ ДООЕЛ Скопје	50	104
19	МОТОР ОИЛ РИЊУАБЛ ЕНЕРѢИ ДООЕЛ Скопје	20	80

Вкупната инсталирана моќност на изолираните складишта изнесува 637,518 MW со вкупен капацитет за складирање од 1494,746 MWh.

ДВАНАЕСЕТТИ ДЕЛ**12. Извештај за реализација на Годишниот план за 2025 година****12.1 Податоци за вкупна инсталирана моќност на енергетски објекти чијашто изградба е започната во претходната година**

Со Годишниот план за 2025 година се опфатени енергетските објекти кои имаат одобрение за градење или Решение за изведување на градба односно поставување на опрема за кои не е потребно одобрение за градење и Решение за согласност за приклучување на преносната или дистрибутивната мрежа или овластување за изградба на нови енергетски објекти, согласно Законот за енергетика (*) („Службен весник на Република Македонија“ бр. 96/18 и „Службен весник на Република Северна Македонија“ бр. 96/19, 236/22, 134/24 и 147/24) или друг закон, вклучително и складишта на електрична енергија за кои до Министерството е поднесена иницијатива. Согласно наведеното, енергетските објекти опфатени со Годишниот план за 2025 година се веќе изградени или се наоѓаат во завршна фаза на изградба, при што за истите се исполнети условите за приклучување на дистрибутивната, односно преносната мрежа.

12.2 Податоци за енергетски објекти приклучени на преносниот систем, односно на дистрибутивниот систем во претходната година, структурирани според технологиите за производство на електрична енергија и по региони определени во развојните планови на операторите на електропреносниот и електродистрибутивниот систем

Во Годишниот план за 2025 година се опфатени 481 енергетски објект за производство на електрична енергија, со вкупната инсталирана моќност од 1265,89 MW. Од вкупниот број, 8 енергетски објекти имаат инсталирана моќност поголема од 10 MW и за истите е издадено Решение за согласност за приклучување на преносната мрежа, додека останатите енергетски објекти имаат Решение за согласност за приклучување на дистрибутивната мрежа.

Во рамки на Годишниот план за 2025 година се вклучени 47 складишта на електрична енергија во склоп на фотонапонски електроцентрали, со вкупна инсталирана моќност од 93,099 MW и со вкупен капацитет за складирање од 282,147 MWh кои се опфатени со Мерка за обезбедување на сигурност во снабдувањето со електрична енергија и одржување на стабилноста на електроенергетскиот систем. Складиштата во склоп на електроцентрали се предвидени за приклучување на дистрибутивната мрежа.

Дополнително, во Годишниот план за 2025 година се опфатени 37 изолирани складишта на електрична енергија со вкупната инсталирана моќност од 675,624 MW и со вкупен капацитет за складирање од 1863,896 MWh за кои заинтересираните инвеститори поднесуваа иницијативи за вклучување во Годишниот план до Министерството. Од опфатените изолираните складишта, 11 се предвидени за приклучување на преносната мрежа, а останатите 26 за приклучување на дистрибутивната мрежа.

12.3 Податоци за енергетски објекти приклучени на системот за пренос и дистрибуција на гас во претходната година, структурирани според технологии, намена и региони определени во развојните планови на операторите на системите за пренос и дистрибуција на гас

Во Годишниот план за 2025 година не се предвидени енергетски објекти приклучени на системот за пренос и дистрибуција на гас, ниту енергетски објекти приклучени на системите за дистрибуција на топлина.

12.4 Број на издадени овластувања за изградба на енергетски објекти за производство на електрична енергија со инсталирана моќност еднаква или поголема од 1 MW во претходната година

Во текот на 2025 година, Министерството има издадено вкупно 6 овластувања за изградба на енергетски објекти за производство на електрична енергија, согласно Законот за енергетика (*) („Службен весник на Република Македонија“ бр. 96/18 и „Службен весник на Република Северна Македонија“ бр. 96/19, 236/22, 134/24 и 147/24).

ТРИНАЕСЕТТИ ДЕЛ

13. Резиме

Со Годишниот план се опфатени прифатени иницијативи за изградба на нови енергетски објекти за производство на електрична енергија со инсталирана моќност поголема или еднаква на 1 MW, при што се прифатени вкупно 67 иницијатива и тоа за фотонапонски електроцентрали, ветерни електроцентрали и когенеративна гасна електроцентрала.

Вкупната инсталирана моќност на енергетските објекти за производство на електрична енергија опфатени со Годишниот план изнесува 4416,803 MW.

Во рамки на Годишниот план се опфатени 77 складишта на електрична енергија во склоп на постоечки електроцентрали или нови електроцентрали, со вкупна инсталирана моќност од 1389,68 MW и со вкупен капацитет за складирање од 3465,96 MWh, како и 19 изолирани складишта со вкупна инсталирана моќност од 637,518 MW и капацитет од 1494,746 MWh.

Во Годишниот план се опфатени и вкупно 56 енергетски објекти за производство на електрична енергија од општинските енергетски планови доставени од 7 единици на локалната самоуправа, односно фотонапонски електроцентрали со вкупна инсталирана моќност од 51,8795 MW, како и 61 складиште на електрична енергија во склоп на постоечки или нови фотонапонски електроцентрали со вкупна инсталирана моќност од 27,6792 MW и капацитет за складирање од 117,56 MWh.

Во согласност со Стратегијата и НПЕК, Годишниот план предвидува изградба на вкупно 66 нови енергетски објекти за производство на електрична енергија од ОИЕ, од кои 3014,103 MW се фотонапонски, а 907,7 MW се ветерни електроцентрали, со што се обезбедува оперативна примена на стратешките цели за зголемување на уделот на ОИЕ до 2040 година.

ЗАВРШНА ОДРЕДБА

Овој годишен план влегува во сила наредниот ден од денот на објавувањето во „Службен весник на Република Северна Македонија“.

Бр. 57-513/20
27 јануари 2026 година
Скопје

Претседател на Владата
на Република Северна Македонија,
проф. д-р **Христијан Мицкоски**, с.р.

Прилог 1 - Преглед на трошоци за приклучок на енергетски објекти

1. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА КОГЕНЕРАТИВНА ГАСНА ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА „СТАТУС“

1) Основни податоци и концепт на приклучок

Когенеративната електроцентрала се состои од:

- Гасна турбина (GT): 340 MW на генераторски напон 15 kV
- Парна турбина (ST): 155 MW на генераторски напон 15 kV

Евакуацијата на енергијата кон електропреносниот систем се врши преку 400 kV трафостаница (воздушно изолирана расклопна постројка), со два трансформатори 15/400 kV:

- T1: 400 MVA
- T2: 190 MVA

Напомена: трансформаторите не се дел од трошоците за приклучокот, но трансформаторските полиња (400 kV страна) се опишуваат како дел од техничкото решение.

Номиналниот напонски опсег за 400 kV мрежа е 380–420 kV ($\pm 5\%$).

2) Разграничување и сопственост (граница на приклучок)

Според Мрежните правила на МЕПСО, трансформаторот заедно со целокупната ВН опрема во трансформаторското поле (раставувачи, преклучувач, мерни трансформатори, одводници) му припаѓа на корисникот, а делот од ВН разводната постројка каде се приклучува полето е во домен на ОЕПС; место на разграничување (во станица) се клемите на собирничките раставувачи кон собирници. Дополнително, кога приклучувањето е радијално преку ВН ТС и ВН вод(ови), тогаш ТС и радијалниот вод се третираат како кориснички, а разграничувањето се дефинира на затезните изолатори на порталот во системската ТС (во сопственост на ОЕПС).

Практично, во Вашиот случај (нов 400 kV далекувод од поле А5 до приклучна точка во преносната мрежа), договорно се дефинира:

- што останува во сопственост на инвеститорот (најчесто: 400 kV постројката во електраната – далекуводот),
- и точната граница на приклучок во системската ТС/постојна мрежа.

3) 400 kV трафостаница – шема и примарна опрема

3.1 Предлог расклопна шема (типична за 400 kV)

За ваква моќност и потребна оперативност, практично решение е двојна собирница со спојно поле:

- секое поле има можност да се врзе на собирница 1 или собирница 2 преку собирнички раставувачи;
- АЗ спојно поле овозможува префрлување/секционирање на собирници при дефект или одржување (N-1).

3.2 Стандардна конфигурација на едно 400 kV поле

Типично секое 400 kV поле содржи:

- SF₆ прекинувач 420 kV (номинална струја 2000–3150 A; краткоспојна исклучна моќност според I_k на приклучната точка – се потврдува со МЕРСО во Студијата за приклучување),
- раставувачи (линиски/трафо + 2× собирнички) и заземјувачи,
- струјни мерни трансформатори и напонски мерни трансформатори,
- одводници на пренапон,
- портали, носечки конструкции, изолатори, спојни проводници/цевчести собирници,
- командни ормари, приклучни кутии, кабли до командна зграда.

4) Опис по полиња (A1–A08)

Поле A1 – 400 kV мерно поле

Намена: пресметковно и контролно мерење на разменетата електрична енергија на местото на приклучок, лоцирано по правило близу до границата на разграничување/местото на приклучок.

Мерното место задолжително опфаќа: мерни трансформатори, секундарни мерни кола, бројла, помошни уреди, уреди за сигнализација/надзор и комуникација. За мерните трансформатори се наведуваат стандарди (МЕРСО бара усогласеност со МКС EN 60044-1/-2/-3/-5 за струен трансформатор/напонски трансформатор во мерни места).

Во командната зграда се поставуваат:

- 2 независни системи (пресметковно + контролно),
- далечинско читање/аквизиција согласно барањата на МЕРСО

Поле A2 – 400 kV трансформаторско поле

Намена: приклучок на T1 15/400 kV, 400 MVA кон 400 kV собирници.

- Примарна опрема: прекинувач, раставувачи, струен трансформатор, одводници, (напонски трансформатор по потреба), портали и приклучоци кон трафо.
- Заптити: диференцијална заптита на трансформатор, резервна надструјна/земјоспојна, прекинувач-неуспех, блокади со заземјувачи.

Поле A3 – 400 kV спојно поле

Намена: секционирање/спојување на собирница 1 и собирница 2, одржување без прекин на испорака, оперативни манипулации.

- Примарна опрема: прекинувач + по два собирнички раставувачи со заземјувачи.
- Заштити: заштита на собирници

Поле А4 – 400 kV трансформаторско поле

Идентично по концепт на А2, за Т2 15/400 kV, 190 MVA, со соодветно димензионирање на струен трансформатор/опрема.

Поле А5 – 400 kV ДВ поле (линиско поле)

Намена: приклучување на новиот 400 kV далекувод (1218 m) кон преносната мрежа.

- Примарна опрема: линиски прекинувач, линиски раставувач + заземјувач, собирнички раставувачи (SB1/SB2), струен трансформатор, кондензаторен напонски трансформатор, одводници.
- Дополнително: линиски трап / PLC опрема и/или оптичка заштита со далечинска комуникација преку ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ (препорачливо за брзи заштити/сигнализација).
- Заштити: дистанчна заштита, земјоспојна, автоматика за повторно вклучување (по барање на систем-оператор), заштита со далечинска комуникација

Поле А06 – 400 kV трансформаторско поле

Бидејќи се наведува дополнително трансформаторско поле, технички би било:

- резервирано поле за идно проширување при што точната намена се дефинира во Студијата/договорот за приклучување.
Во описот се предвидува целосна примарна инфраструктура како А2/А4 (без вклучен трансформатор во трошоци).

Поле А07 – 400 kV ДВ поле (резерва)

Поле А08 – 400 kV ДВ поле (резерва)

Намена: идни 400 kV водови. Во основно решение се препорачува барем:

- градежна подготовка (темели/канали/портал/резервни позиции на собирници),
- оставен простор за идно опремување без големи прекинни во работа.

5) Секундарни системи: заштита, управување, мерење, телекомуникации

5.1 Обврски кон МЕРСО (надзор/управување и размена на податоци)

Во Студијата за приклучување се усогласуваат, меѓу другото: систем на релејна заштита (координација), мерење на ЕЕ, систем за далечински надзор и управување, комуникации и постапки во нормални/хавариски услови.

Корисникот (производител) има обврска да доставува до МЕРСО, меѓу другото, мерења на активна/реактивна моќност по единица и на ниво на електрана, напон/фреквенција и статуси на примарна опрема, како и податоци за секундарна регулација ако е применливо. Исто така, корисникот ја планира и одржува телекомуникациската инфраструктура во своја сопственост и му ја отстапува на МЕРСО опремата/уредите за надзор и управување со 400/110 kV делот од приклучокот, согласно договорните решенија.

5.2 Заштитни функции (типичен минимум за 400 kV приклучок)

1. Линија (A5): дистанчна + земјоспојна, заштита со далечинска комуникација, автоматика за повторно вклучување (ако се бара), синхро-проверка, заштита од неисправност на прекинувачот.
2. Трансформаторски полиња (A2/A4/A06): диференцијална, Бухолц/температура (на трафо страна), резервни надструјни/земјоспојни, ограничувања по напон/фреквенција.
3. Собирници: заштита на собирница (двоканално), заштита од неисправност на прекинувачот и логикн за блокади.
4. Системски автоматики: поднапонска заштита/пренапонска заштита, подфреквентна заштита/надфреквентна заштита, генераторски ограничувања по барање на МЕРСО (се дефинира во Студија).

5.3 систем за надзор и управување/далечинска терминална единица и синхронизација

- далечинска терминална единица/систем за надзор и управување интерфејс до диспечерски центар (IEC 60870-5-104 или еквивалент),
- GPS време (IRIG-B/NTP) за точен запис на настани,
- комуникација преку оптичко заземјувачко јаже на далскуводот /или PLC, со редувантни канали за критични заштити.

5.4 Мерење и метрологија

Мерните места, опремата и пристапот/пломбирањето се водат по правилата на МЕРСО; мерните трансформатори и броила се усогласуваат со бараии стандарди и процедури.

6) 400 kV далскувод од поле A5 (L = 1218 m)

6.1 Геометрија и конструкција

- Вкупна должина: 1218 m
- Број распони: 11
- Најдолг распон: 133 m
- Најкраток распон: 82 m
- Број столбови: 12 (почетен портал/столб – 10 меѓустолбови + завршен столб/портал, зависно од трасата)

6.2 Типични технички елементи (за 400 kV, единечен систем)

- Челично-репеткасти столбови (суспензионни и затезни/аголни според агли и механика на трасата),

- Фазни проводници во сноп со избор според термички и корона критериуми,
- Еден/два заштитни проводници, со најмалку еден оптичко заземјувачко јаже за телекомуникации/заштита со далечинска комуникација,
- Изолаторски венци со соодветна ползна патека (за локално загадување),
- Заземјување на секој столб и координација на изолација (одводници/екранирање каде е потребно),
- Пристапни патишта до темели за монтажа и одржување.

6.3 Работи (изведба)

- Геодетско обележување и расчистување,
- Темели (бетон + анкерски кошеви),
- Монтажа на столбови, развлекување на проводници, оптички кабел,
- Испитувања: континуитет, отпори на заземјување, контрола на провис, фазирање,
- Пуштање под напон по комплетирање на заштити/комуникации.

7) Пуштање во работа (комисионирање)

Редослед (типично):

1. „Тестирање без напон“ тестови: секундарни кола, релејни логики, меѓузаклучување, систем за надзор и управување, време/синхронизација, телекомуникации
2. Примарни тестови: висок напон/изолациски тестови на опрема, струен трансформатор/напонски трансформатор поларитети, примарна инјекција каде е потребно
3. Тестови со МЕРСО: далечински сигнали, командување, мерни податоци, заштита со далечинска комуникација
4. Напонска проба и пробен погон, финални записници и примопредавање

8) Приказ на трошоци (адаптирани за РС Македонија) – БЕЗ трансформатори

Опфат на проценката (вклучено): 400 kV AIS опрема и монтажа за полиња A1/A2/A3/A4/A5/A06, собирници и конструкции, секундарни системи (заштита/систем за надзор и управување/мерење/телеком), градежни работи (ограда, заземјување, патишта), 400 kV далекувод 1.218 km со 12 столбови, тестирања и комисионирање. Не е вклучено: самите трансформатори 15/400 kV, генераторски 15 kV постројки, евентуални засилувања во преносната мрежа надвор од приклучокот, надоместоци што МЕРСО ги пресметува по методологија/Студија (се дефинираат во Студијата за приклучување и договорот).

Индикативна капитални трошоци проценка

Бр. Ставка	Проценка (EUR)
1 400 kV мерно поле A1 (опрема + монтажа)	1,050,000
2 400 kV трансформаторско поле A2 (без трансформатор)	950,000
3 400 kV спојно поле A3	950,000
4 400 kV трансформаторско поле A4 (без трансформатор)	950,000
5 400 kV ДВ поле A5 (line bay – PLC/интерфејс)	1,200,000
6 400 kV трансформаторско поле A06 (резерва/стартно, без трансформатор)	900,000
7 Градежна подготовка за резервни полиња A07+A08	400,000
8 Собирници, конструкции, портали и меѓуповрзување	800,000
9 Секундарни системи (заштита, мерење, RTU/SCADA, DC, време)	1,500,000
10 Телекомуникации (ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ/PLC интерфејс, заштита со далечинска комуникација, LAN, GPS)	550,000
11 Заземјување, ограда, патишта, осветлување, дренажа	650,000
12 Проектирање, елаборати, надзор, дозволи	550,000
13 400 kV далекувод 1.218 km (12 столбови) – материјал+монтажа	1,600,000
14 Комиспонирање, тестирања, пробен погон	250,000
Меѓузбир (без непредвидени)	12,300,000
Непредвидени/ризик ($\approx 10\%$)	1,230,000
Вкупно (без ДДВ)	13,530,000
Вкупно (со ДДВ 18%)	15,965,400

2. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ЗАЕДНИЧКИ ПРИКЛУЧОК НА ФОТОНАПОНСКА ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА „ДОЛАНИ“ (ДЕЛ ОД ПЛАН 2025), ВЕТЕРНА ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА „ВИЕНТО ЕНЕРГЕТИКО“, БАТЕРИСКО СКЛАДИШТЕ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „БИГ СТОРИЦ“, БАТЕРИСКО СКЛАДИШТЕ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „БИГ ЕНЕРѢИ“ И БАТЕРИСКО СКЛАДИШТЕ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ВИЕНТО ЕНЕРГЕТИКО“

1) Општ концепт на заеднички приклучок

Планираниот заеднички приклучок ги обединува следните постројки на една заедничка точка на приклучок кон преносната мрежа:

- ФЕЦ „Долани“: 57 MW
- Ветерен парк „Виенто“: 57.6 MW
- Складишта (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ):
 - „Биг Сториц“: 40 MW
 - „Биг ЕнерѢи“: 40 MW
 - „Виенто Енергетико“: 40 MW

Вкупна инсталирана активна моќност: 234.6 MW.

Сите овие извори (најчесто несинхроно приклучени преку енергетска електроника) се третираат како ансамбл со една заедничка точка на приклучок во смисла на МЕПСО мрежниот кодекс.

Заедничкиот приклучок се изведува преку новоизведена ТС 110/35 kV со вкупно 5 трансформатори:

- 2×63 MVA
- 3×50 MVA

Вкупна трансформаторска моќност: 276 MVA (со оперативна резерва за фактор на моќност и ограничувања во извоз).

2) Трансформаторска станица 110/35 kV – примарна шема и поставеност

2.1 110 kV разводно постројка (РП 110 kV)

Поставеност (според барањето):

- 2 излезни 110 kV далекуводни полиња
- 5 трансформаторски полиња (110 kV страна)

- (плус шински систем – препорачано со секционирање)

Препорачана примарна шема (110 kV):

- едношини систем со шински прекинувач/секционирање и можност за одржување без целосен испад.
- AIS (отворено) решение е најчесто економски оправдано за 110 kV (во зависност од земјиште/услови).

Секое 110 kV поле типично содржи: прекинувач, раздвојувачи, заземјувачи, струен трансформатор/напонски трансформатор (струен трансформатор/напонски трансформатор/капацитивен напонски трансформатор), одводници, мерно-заштитни кола, комуникации и меѓузаклучувања.

2.2 35 kV разводно постројка (РП 35 kV)

Поставеност:

- 35 влезни 35 kV далекуводни полиња (за приклучни фидери од ФЕЦ, ВП и БАТЕРИСКИ СИСТЕМ блокови, како и резерви)
- (препорачано: 1–2 шински спојни полиња за секционирање на шините)

Препорачано решение: внатрешно металокладено 35 kV постројување, со вакуумски прекинувачи и дигитални релеа.

2.3 Трансформатори 110/35 kV

Трансформаторите се дел од приклучокот и се вклучуваат во инвестицијата. Типична спецификација (за основен проект):

- Напон: 110 kV / 35 kV (со OLTC на 110 kV страна)
- Моќност: 63 MVA и 50 MVA
- Вектор група (пример): YNd11
- Ладење: ONAN/ONAF
- Импеданса (пример): 12–14% (потврда со системски студии)
- Ограничувања на загуби според технички услови/тендер

Забелешка за неутрала/заземјување 35 kV: се дефинира со МЕПСО/операторската филозофија (резистивно, резонантно или преку заземјувачки трансформатор) и влијае на заштитите за земјоспој.

3) Приклучување на производните капацитети и складиштата на 35 kV

Секој објект се приклучува со сопствен 35 kV фидер (или повеќе фидери, зависно од внатрешната колекторска мрежа), во посебно 35 kV поле во ТС:

- ФЕЦ „Долани“: инвертери → 0.8/0.4 kV → блок трансформатори → 35 kV колектор → фидер(и) до ТС
- ВП „Виенто“: турбини (со конвертори) → трансформатор во кула/платформа → 35 kV колектор → фидер(и) до ТС
- БАТЕРИСКИ СИСТЕМ (3×40 MW): PCS → трансформатори → 35 kV колектор → фидер(и) до ТС

Поради заедничкиот точка на приклучување, се имплементира централен систем за управување со активна моќност (P-лимит) и реактивна моќност (Q/U), кој:

- не дозволува преоптоварување на трансформаторите/110 kV изводите,
- обезбедува придржување до зададени инструкции,
- го користи БАТЕРИСКИ СИСТЕМ за мазнење на варијации (рампа), апсорпција на вишок и помошни услуги.

4) Секундарни системи: заштита, мерење, систем за надзор и управување и телекомуникации

4.1 Заштити и автоматика (минимум за 110/35 kV приклучок)

- Линиска заштита 110 kV: дистанчна/диференцијална, ОНЛ земјоспој, автоматика за повторно вклучување (AR), синхро-чек.
- Трансформаторска заштита: диференцијална, Бухолц/температури, резервна прекуструјна и земјоспојна.
- Шинска заштита (110 kV и по потреба 35 kV).
- 35 kV фидери: прекуструјна + насочна земјоспојна, под/наднапон, фреквенција, логики за селективност.
- IEC 61850 (препорачано) за интероперабилност, брзи комуникациски заштитни пораки за брзи блокади.

4.2 Комерцијално мерење

Се дефинираат мерни точки согласно правилата на МЕРСО; „мерна точка“ и „мерна опрема“ се дел од мерниот систем.
Практично, во ваков заеднички приклучок најчесто има:

- главно комерцијално мерење на точка на приклучување (на 110 kV страна – нето размена со пренос),
- дополнителни мерни точки/подмерења по објект (за биланс/внатрешна распределба).

4.3 систем за надзор и управување/телеуправување и комуникации

- далечинска терминална единица/систем за надзор и управување во ТС, локални НМП, далечинско управување на 110/35 kV опрема.

- Комуникација до НДЦ/диспечер на МЕПСО преку оптички систем (најчесто оптичко заземјувачко јаже по 110 kV далекувод или независна оптика).

5) Фазна реализација (според барањето)

Фаза 1 (иницијален приклучок)

Се реализира:

- 1 излезно 110 kV далекуводно поле
- 1 × 63 MVA трансформатор
- 1 × 50 MVA трансформатор
- 2 трансформаторски полиња 110/35 kV (за тие два трансформатора)
- 110 kV далекувод ~4 km (еднокружен)

Оваа фаза обезбедува иницијален капацитет 113 MVA и овозможува пуштање во работа на дел/фаза од производството и/или складирањето со оперативни ограничувања на максимален извоз.

Фаза 2 (крајна конфигурација и зголемена сигурност)

Се реализира:

- остаток од ТС (преостанати полиња и опрема),
- двоен 110 kV далекувод ~8 km (двокружен),
- 2 нови 110 kV далекуводни полиња во новоизведена ТС „Балталија“ (за прием на двојниот далекувод).

6) Индикативен приказ на трошоци (адаптирани за РС Македонија)

6.1 Референтни ценовни индикатори (за калибрација)

- наизменична струјаER индикатори за 110–150 kV надземен далекувод (2 кола): медијана 0.26 милиони €/km.
- наизменична струјаER индикатори за наизменична струја трафостаници 10–60 полиња (ново): медијана 30.601 милиони €/објект.
- наизменична струјаER индикатори за енергетски трансформатори (пример 150/60 и 220/66): ~1.1–1.7 милиони €/објект.
- Локален ред на големина (МЕПСО): тендер 14 милиони € за ~100 km 110 kV линии (~0.14 милиони €/km) и договор 4.6 милиони € за ревитализација на ТС „Дуброво“ (400/110 kV) – како индикативни референци за регионот.
- Проекти на МЕПСО со комбинирани ТС + линии се во ред ~34.7 милиони € (2024 објава).

- ЕБРД/ЕСЕРР проект со проценета вредност 40.5 милиони € (историски репер за HV реконструкции/отпрема/оптика/линии).

6.2 Индикативна пресметка (без ДДВ; вклучени трансформатори)

Напомена: Подолу е (набавка + монтажа – тестирање/пуштање). Точните суми зависат од избор AIS/GIS, геологија, пристапни патишта, експропријација, барања на МЕПСО и тендерски услови.

Ставка	Износ (милиони €)
Трансформатори (2×63 MVA – 3×50 MVA, со монтажа и испитувања)	8.40
110 kV AIS полиња + шински систем	4.35
35 kV металокладено постројување (35 фидери – шински спојни полиња)	2.69
Заштита/автоматика/SCADA (вкл. шинска/линиска/трансф. заштита)	1.40
Комерцијално мерење (струен/напонски ТР, мерила, тестови)	0.45
Телекомуникации (оптика/пренос/интерфејс до МЕПСО)	0.60
Помошни системи (AC/DC, UPS, батерии, дизел, HVAC)	0.85
Заземјување + громобран + мерења (степ/допир)	0.35
Градежни работи + командна зграда/канали/патишта/ограда	5.40
110 kV далекуводи (4 km еднокружен + 8 km двокружен)	3.56
2× 110 kV далекуводни полиња во ТС „Балталија“ (проширување)	1.10
Инженеринг/дозволи/надзор/пуштање во работа	1.60
Меѓузбир	30.75
Непредвидени/резерва (10%)	3.08
ВКУПНО (ориентирно)	33.83 милиони €

Ориентирно во денари: ≈ 2.08 милијарди МКД (со курс ~61.56 МКД/€ за почеток на 2026, само за груба ориентација; за официјална конверзија користете курс на ИБРСМ).

6.3 Фазно (ориентирно)

- Фаза 1: ~17.63 милиони € (со 10% резерва)
- Фаза 2: ~16.19 милиони € (со 10% резерва)
(поделбата е направена според предвидените полиња/трансформатори/линиски должини; реално ќе се усогласи со финалниот број 35 kV фидери во Фаза 1.)

3. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ФОТОНАПОНСКА ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА „ДОЛНЕНИ“

1) Општ концепт на приклучок (310 MW ФЕЦ → 400 kV преносна мрежа)

Фотонапонската електроцентрала (ФЕЦ) со инсталирана активна моќност 310 MW се приклучува на електропреносната мрежа преку нова 400 kV трафостаница (ТС) која:

- ја собира енергијата од колекторскиот 35 kV систем на ФЕЦ,
- ја трансформира на 400 kV,
- обезбедува мерни, заштитни, управувачки и телекомуникациски функции согласно важечките Мрежни правила (постапки за приклучување, мерење, тестирање на усогласеност итн.).

ТС е конфигурирана со три силни трансформаторски единици и две 400 kV далекуводни врски кон преносната мрежа, со што се обезбедува N-1 сигурност и оперативна флексибилност при испади/ремонт.

2) Колекторски систем на ФЕЦ на 35 kV и 35 kV разводно построение (70 влезни полиња)

2.1 Колекторска мрежа (35 kV)

- ФЕЦ се состои од инвертерски блокови со сопствени MV трансформатори (ниско/35 kV) и изводи на 35 kV.
- Колекторскиот систем типично се изведува како радијален или прстенест распоред со подземни кабли 35 kV (или комбинација кабел/воздушно во зависност од терен).
- Секој колекторски извод завршува во 35 kV разводното построение во ТС.

Индикација по распоредот: 70 влезни полиња за 310 MW даваат просечно ~4.4 MW “по поле” (практично ќе зависи од блок-архитектурата на ФЕЦ и резервите/спарес).

2.2 35 kV разводно построение

35 kV построението вообичаено вклучува:

- 70 влезни (фидер) полиња со VCB прекинувачи,
- секционирање на шински систем (минимум 2 секции) + спојно поле на 35 kV за оперативна флексибилност,
- мерни трансформатори (СТ/НТ) и мерење по полиња (за оперативен надзор),
- заштити по извод: надструјна + земјоспој, насочни функции по потреба, синхронизација/интерлокинг,
- систем за надзор и управување далечинска терминална единица/BCU интеграција, локален НМТ и комуникации.

3) Трансформаторска група (дел од приклучокот)

Во ТС се предвидени:

- 2 × трансформатор 35/400 kV, 160 MVA
- 1 × трансформатор 110/400 kV, 250 MVA

3.1 Улога и режим на работа

- 35/400 kV (2×160 MVA): основни покачувачки единици за пренос на активна моќност од 35 kV колекторскиот систем кон 400 kV шините.
- 110/400 kV (250 MVA): овозможува поврзување/подршка со 110 kV систем (на пр. за резервно напојување на сопствена потрошувачка, оперативни сценарија, локална мрежна подршка – во рамки на условите на МЕРСО).

3.2 Клучни технички барања (типично)

- OLTC (регулација) на понисковолтната страна (35 kV или 110 kV) за одржување напон/реактивна размена и држење на зададени профили на напон.
- Мониторинг: температури масло/намотки, гас-реле (Бухолц), притисок, ниво масло, DGA опција, мониторинг на OLTC.
- Заштити: диференцијална (87T), земјоспој/REF (64/87N), прекумерен притисок, термички, резервна надструјна.

4) 400 kV трафостаница – распоред на полиња и примарна опрема

4.1 Распоред (како што е зададен)

- 3 трансформаторски полиња (за трите трансформатори)
- 1 мерно поле (мерење на размена со преносната мрежа)
- 1 спојно поле
- 1 влезно 110 kV далекуводно поле

- 2 излезни 400 kV далекуводни полиња
- 35 kV разводно построение со 70 влезни полиња

4.2 Примарна опрема (типично за 400 kV AIS)

За секое 400 kV поле (далекуводно/трансформаторско/мерно/спојно) се предвидуваат:

- 400 kV прекинувач (SF₆),
- раздвојувачи и заземјувачи (со интерлокинг),
- мерни трансформатори СТ/НТ (точносни класи согласно барања за мерно место),
- одводници на пренапон
- опрема за PLC/заштита со далечинска комуникација или оптичко заземјувачко јаже-базирана заштита со далечинска комуникација (почесто денес).

4.3 Шински распоред

За ваков број полиња вообичаено се применува двојна шина со спојно поле, за да се дозволи:

- исклучување на еден шински систем без губење на целата ТС,
- префрлување на полиња за одржување.

5) Заштита, управување, мерење и телекомуникации

5.1 Заштита

- 400 kV далекуводи: дистанчна заштита (21) + заштита со далечинска комуникација преку оптичко заземјувачко јаже; автоматско повторно вклучување (79) со синхро-проверка (25) и грешка на прекинувач (50BF).
- 400 kV шини: шинска диференцијална (87B).
- Трансформатори: 87T + REF, термички и механички сигнали/аларми.
- 35 kV изводи: OC/EF, селективност по зони, евентуално насочна земјоспојна функција.

5.2 Мерење (мерно поле)

- Мерната шема и опремата (класи на точност, резервираност, параметризација, пристап/контрола) се усогласуваат со Мрежните правила за пренос и со барањата на МЕРСО за мерни места.

5.3 систем за надзор и управување/Telecom

- далечинска терминална единица/систем за надзор и управување интеграција со Диспечерски центар на МЕРСО (стандардни протоколи – зависно од нивните технички услови).
- Синхронизација на време (GPS/IRIG-B или NTP/PTP), записи на настани, дигитални осцилографи/DFR.

6) 400 kV далекуводи (2×15 km), 65% тежок терен

6.1 Основни карактеристики

- Број: 2 изводи (од двете 400 kV далекуводни полиња)
- Должина: 15,000 m по далекувод $\rightarrow$ вкупно 30 km
- Терен: 65% тежок терен (геотехнички сложен, пристап тежок, повеќе аголни/затегнувачки столбови)

6.2 Конструктивни/градежни аспекти (поради тежок терен)

- пократки распони и поголем број столбови,
- поскапи темели (анкери/микропилоти/каскадни темели) и потпорни конструкции,
- пристапни патишта и платформи за монтажа,
- можно користење специјална механизација/влечење со сајли/хеликоптерски операции во критични точки,
- оптичко заземјувачко јаже како заштитно јаже за телекомуникации и заштита со далечинска комуникација.

7) Приказ на трошоци (ориентациски), адаптирани за изведба во РС Македонија

(трансформаторите се вклучени, како што баравте)

7.1 Референтни единични трошоци (за ориентација)

- наизменична струјаER индикатори за 400 kV надземен далекувод (1 коло): медијана 0.397 M€ / km, Q3 0.606 M€ / km.
- наизменична струјаER индикатори за нови наизменична струја трафостаници (AIS) 6–9 полиња: медијана 9.943 M€ / asset.
- наизменична струјаER индикатори за трансформатор 400/110 kV: медијана 4.345 M€ / asset.
- Локален “сидро-пример” за 400 kV далекувод (MEPCO тендер $\sim$ 100 km, вредност $\sim$ 17 M€) покажува дека во Македонија трошокот може значајно да варира поради опфат (дали дел од опремата е веќе набавена, кои ставки се вклучени и сл.).

7.2 Пресметковни претпоставки

- Далекуводи: земен е тежински трошок $\sim$ 0.55 M€/km (65% блиску до Q3 поради тежок терен + 35% поблиску до медијана). Базата е од наизменична струјаER 400 kV 1-коло индикаторите.
- Курс за MKD: 1 EUR $\approx$ 61.545 MKD (референтно).

- Цени се ориентациски, без детална геодезија/геотехника/логистика; ДДВ, експропријација и финансиски трошоци се дадени одделно/како ставки.

7.3 Ориентациска капитални трошоци-табела (EUR и MKD)

Ставка	Опис	Проценка (M€)	Проценка (мил. MKD)
400 kV далекуводи	2 × 15 km (вкупно 30 km), 65% тежок терен	16.43	1,011
400 kV AIS построение	7 полиња (2 Л/В + 3 ТР + мерно + спојно), примарна опрема + конструкции	+ 10.00	615
110 kV влезно поле/интерфејс	110 kV далекуводно поле + интерфејс кон 110/400 kV трансформатор	4.00	246
35 kV разводно построение	70 влезни полиња + шински секции/спојно/спаре(и) + зграда	10.00	615
Трансформатори (вклучени)	2×160 MVA (35/400) + 1×250 MVA (110/400)	13.00	800
Заштита/SCADA/telecom/мерење	релеи, RTU/SCADA, комуникации, DFR, мерење	3.00	185
Градежни работи	платформи, патишта, темели, заземјување, ЛПП системи, ограда	6.00	369
Подзбир (база)		62.43	3,841
Инженеринг/дозволи/надзор	~8% од базата	4.99	307
Непредвидени (contingency)	~12% (типично за HV проекти пред детална геотехника)	8.09	498
ВКУПНО (ориентациски)		75.51 M€	≈ 4,647 мил. MKD

4. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ВЕТЕРНА ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА „СТЕНТОН“

1) Основни податоци и концепт на приклучок

- Ветерна електроцентрала (ВЕЦ): 157.5 MW (колекторско ниво 35 kV).
- Приклучок кон преносна мрежа преку 110 kV трафостаница на ВЕЦ со:
 - 2× трансформатори 35/110 kV, 100 MVA (N-1 концепт за пренос на моќност и редунданса).
 - 110 kV постројка со полиња: 2 трансформаторски, 1 мерно, 1 спојно (bus coupler), 2 далекуводни излези.
 - 35 kV разводно постројување со 35 влезни полиња (фидери од турбинските стрингови/кластери).
- Од ВЕЦ-ТС до новоизведена ТС „Долнени“: 2×110 kV надземни далекуводи, секој со должина 25 km, со ~65% низ тежок терен.
- Во ТС „Долнени“ (заеднички приклучок на ВЕЦ и ФЕЦ „Долнени“ 310 MW): за ВЕЦ се предвидуваат 2×110 kV далекуводни полиња, 1 трансформаторско поле и 1×200 MVA трансформатор.

Забелешка за напонските нивоа: во описот наведувате „35/400 kV“ трансформатори во „110 kV трафостаница“. Во пракса, колекторската ВЕЦ-ТС што излегува на 110 kV најчесто е 35/110 kV (а 110/400 kV е типично за приклучок на 400 kV). Подолу техничкиот опис е структуриран како 35 kV → 110 kV во ВЕЦ-ТС, а „Долнени“ како точка на поврзување/евентуална трансформација кон повисоко ниво (доколку е таков конечниот приклучок).

2) Граница на сопственост/одговорности и приклучна точка (MEPSO)

Според MEPSO, принципите за граница на разграничување се дефинираат по тип на приклучок:

- Ако корисникот е приклучен радијално преку сопствена ВН трафостаница и радијални далекуводи, тогаш ТС и радијалните линии му припаѓаат на корисникот, а местото на разграничување е на затезните изолатори на порталниот систем во ТС што припаѓа на MEPSO.
- За системска ТС поврзана со најмалку две други ТС со две или повеќе линии, трансформаторот и ВН опремата во трансформаторското поле се кај корисникот, а делот за врска кон шините е кај MEPSO.

За вашиот концепт со две 110 kV линии до „Долнени“, конкретното разграничување (и дали се третира како радијален/системски приклучок) се потврдува во Студијата за приклучок и Договорот за приклучок, каде се дефинираат и приклучната точка и мерното место.

3) ВЕЦ-ТС 110/35 kV – примарна опрема и распоред

3.1 110 kV разводно постројување (AIS или GIS)

Предложена шема: двојна шина или единечна шина со секционирање + спојно поле – со оглед на бараниот распоред.

Полиња (вкупно 6):

1. Трансформаторско поле T1 (110 kV страна)
2. Трансформаторско поле T2 (110 kV страна)
3. Мерно поле (мерни трансформатори за напон/струја според мерната шема)
4. Спојно поле (прекинувач + раздвојувачи за секционирање/резерва)
5. Далекуводно поле Л1 (кон ТС „Долнени“)
6. Далекуводно поле Л2 (кон ТС „Долнени“)

Типични елементи во 110 kV поле:

- Прekiнувач (SF₆ или вакуум според проект) со комплет раздвојувачи и заземјувачи.
- СТ/НТ (мерни + заштитни јадра), одводници, шински проводници/портални конструкции.
- Интерлокинг логика (механичка/електрична) за безбедни маневри.

3.2 35 kV разводно постројување (метал-обложено, внатрешно)

- 35 влезни полиња (фидери од ВЕЦ колекторската мрежа 35 kV).
- Дополнително (типично, иако не е експлицитно наведено) се предвидуваат:
 - 2 излезни полиња кон трансформаторите (35 kV страна),
 - секционо поле/шински спој (за одржување и селективност),
 - мерни/помошни полиња по потреба (станичен трансформатор, компензација).

- Селективност: насочени/ненасочени прекуструјни, земјоспојни заштити по фидер; комуникација со турбините/стринговите преку систем за надзор и управување.

3.3 Трансформатори 35/110 kV, 100 MVA (2 парчиња)

- Режим на работа:
 - Нормален режим: паралелна работа (поделба на товар).
 - N-1: целосно/делумно покривање на производството со еден трансформатор (ограничено со термички капацитет, услови за ладење и дозволени преоптоварувања).
- OLTC (регулација на напон) – најчесто на ВН страна, со далечинско управување од систем за надзор и управување и/или локална АВР логика.
- Заштити: диференцијална, REF, Бухолц, притисок, температура на масло/намотки, пренапон/поднапон, ограничувачи на струјни удари.

3.4 Помошни системи

- наизменична струја сопствена потрошувачка: станичен трансформатор/и, разводни табли, агрегат/резерва по потреба.
- еднонасочна струја систем: батерии + полначи (110/220 Веднонасочна струја), напојување за заштити, управување и комуникации.
- Заземјување и громобранска заштита: мрежа за заземјување со целни отпори според мерења на терен; потенцијални израмнувања; громобрански јажиња/молњеприемници.
- ГПП заштита и масло-задржување: јами/кади за масло под трансформатори, сепарација на масла/дренажа, систем за гасење (спринклер/водена магла/пена според проект).

4) 110 kV далекуводи ВЕЦ-ТС → ТС „Долнени“ (2×25 km)

4.1 Конфигурација и механички проект

- Тип: надземен 110 kV далекувод (обично единечен систем/едно коло по траса).
- Терен: ~65% тежок/планински → потребни се:
 - геомеханички истражувања за темели (карпа/клизишта),
 - пристапни патишта до столбни места,
 - специјални темели (микропилоти/сидра) и антикорозивна заштита.
- Проводници и оптичко заземјувачко јаже:
 - фаза проводник (наизменична струјаSR/ААнаизменична струја според термичка струја и падови на напон),

- оптичко заземјувачко јаже како заштитно јаже со оптички влакна за заштита со далечинска комуникација/систем за надзор и управување (препорачано за диференцијална заштита).
- Изолација и координација: ниво на изолација според 123 kV опрема, пренапонска заштита со одводници на влез/излез и на критични точки.

4.2 Електричен проект и квалитет на ЕЕ

- Проверки: термички капацитет, пад на напон, краткоспојни струи, стабилност, загуби.
- Ограничувања за треперење/хармоници на приклучната точка: MEPSO дава референтни граници (на пр. за 110 kV фликер индикатори) кои се проверуваат во студијата и мерењата при пуштање.

4.3 Релејна заштита на линиите

- Главна заштита: линиска диференцијална преку оптичко заземјувачко јаже (брза и селективна) + резервна дистансна.
- Автоматско повторно вклучување (АПВ) – времиња и логика според барањата на MEPSO; корисникот е должен да ги следи концептите на MEPSO за заштита.

5) ТС „Долнени“ – приклучок и интеграција со ФЕЦ

5.1 110 kV дел

- 2 далекуводни полиња (прием на Л1 и Л2 од БЕЦ-ТС) со комплет примарна опрема и заштити.
- 1 трансформаторско поле за 200 MVA трансформатор (на 110 kV страна).
- Шинска шема: се дефинира во основниот проект (со оглед на заедничката работа со ФЕЦ 310 MW, препорачливо е секционирање/редунданса за маневри без целосен прекин).

5.2 200 MVA трансформатор

- Наменски елемент на приклучокот (како што наведувате) – во зависност од финалното ниво на приклучување (110/35, 110/400 или друго), се дефинира:
 - напонски однос,
 - група на врзување и заземјување на неутрала,
 - OLTC и режим на напонска регулација,
 - системи за ладење и ПП заштита.

6) систем за надзор и управување, телекомуникации и мерни системи

6.1 Телекомуникации и протоколи

Корисникот (ВЕЦ) е должен да обезбеди телекомуникациска инфраструктура до приклучната точка/MEPSO инфраструктура и да планира/одржува сопствена комуникациска мрежа; протоколи на ниво на постројка типично IEC 61850.

6.2 Мерење (комерцијално и контролно)

- Мерното место и приклучната точка се дефинираат во Студијата и Договорот за приклучок.
- За нови корисници, обрачунскиот мерач е со исти технички карактеристики и е во сопственост на MEPSO (локацијата се утврдува во студијата).
- Ако мерното место и приклучната точка не се на исто ниво/или се оддалечени, се применуваат корекции за загуби по методологија на MEPSO.

7) Барања за напон/реактивна моќ и “толеранција на мрежни дефекти”

7.1 Режи́ми на реактивна и напонска регулација

MEPSO предвидува дека power park module (ВЕЦ/ФЕЦ како парк) мора да може автоматски да обезбеди реактивна моќ со:

- режим на контрола на напон, режим на контрола на реактивна моќ или режим на контрола на фактор на моќност, со параметри што се договараат со MEPSO.
- Во режим на контрола на напон: референтен напонски сетпоинт 0.95–1.05 pu
- Динамика: по чекорна промена на напон, барањето е 90% од реактивната промена за ~5 s и стабилизирање во рок до 60 s (со толеранции).
- При онлајн задавање на сетпоинт, новата спецификација за реактивна размена треба да се реализира на приклучната точка во рок од 1 минута.

Практична имплементација: кај современи ВЕЦ, реактивната регулација најчесто се покрива преку конверторите на турбините, а по потреба се додава STATCOM/кондензаторски/реакторски банки за да се исполни U-Q/Pmax профилот и барањата во цел работен опсег.

7.2 Способност за останување приклучен при дефект

Мрежниот кодекс бара производниот модул да може да остане приклучен и да продолжи со работа при дефинирани напонски нарушувања, во согласност со пропишаните профили и барања за FRT (способност за останување приклучен при дефект).

- Во проектната фаза тоа значи:валидација на контролите на турбините и централниот PPC контролер,
 - координација на заштити (да не “испаднат” турбините пред дозволе́ниот FRT прозорец),
 - тестови/симулации и прифаќачки тестови согласно процедурите.
-

8) Пуштање во работа и прием

- Функционални тестови на примарна опрема (прекинувачи, СТ/НТ, заземјувачи, изолација).
- Релејна заштита: инјекциски тестови, тест за линиски диференцијални заштити преку оптичко заземјувачко јаже, проверка на АПВ и меѓусебно исклучување.
- систем за надзор и управување/ПЕС 61850: фабрички приемни тестови/приемни тестови на лице место, проверка на телеметриски точки и далечинско управување.
- Мерење: верификација на мерни ланци и параметризација согласно MEPSO барања.

9) Приказ на трошоци (капитални трошоци) – адаптирани за Р. Македонија (ориентационо)

Валута: EUR (без ДДВ). Конверзија во денари е дадена ориентационо со ~61.56 MKD/EUR.
Клучни основи за единични трошоци:

- За 110 kV надземни линии: наизменична струјаER индикатор за 110–150 kV overhead (2 кола) дава ред на големина ~0.26–0.325 M€/km. Во Македонија постојат тендерски примери за 110 kV линии каде се наведува вкупна рамка ~€14m за ~100 km (вкл. пристапни патишта, проектирање, изведба) → ~€0.14m/km, но тоа е за конкретни услови/рути. Поради вашиот 65% тежок терен, во пресметката е вклучено зголемување поради теренски услови (повеќе темели, пристапи, механизација); како референца, слични презентации наведуваат дека коси/тешки услови можат значително да ги зголемат инсталациските трошоци.
- За трафостаници/голема опрема: наизменична струјаER UIC за нови наизменична струја трафостаници и трансформатори (вкл. 400/110) даваат редови на големина за ЕУ.

9.1 Табела – директни трошоци + инженеринг + резерва

Ставка	Количина/опфат	Ниско (M€)	База (M€)	Високо (M€)
ВЕЦ-ТС 110/35 kV (110 kV постројка ~6 полиња + 35 kV постројка 35 влезни + објекти, DC/AC, SCADA, ПП)	1 компл.	9.5	11.0	14.0
Трансформатори 35/110 kV, 100 MVA	2 парчиња	3.6	4.4	6.0
110 kV далекувод Л1 (25 km)	25 km	4.5	5.5	7.5
110 kV далекувод Л2 (25 km)	25 km	4.5	5.5	7.5
ТС „Долнени“ – дел за ВЕЦ (2 линии полиња + 1 трансформаторско поле + 200 MVA трансформатор + 1 компл. системи)		8.0	10.5	15.0
Под-збир (директно)		30.1	36.9	50.0

Ставка	Количина/опфат	Ниско (М€)	База (М€)	Високо (М€)
Проектирање, ревизиј, надзор, дозволи, гсодсзпја/гсологија (типично 4–6%)		1.5	1.8	3.0
Резерва/непредвидени (10–15%, силно зависн од експропријација и терен)		3.0	4.7	8.0
ВКУПНО (ориентационо)		34.6	43.4	61.0

Ориентационо во MKD:

- Ниско: 34.6 М€ $\approx$ 2,130 М MKD
- База: 43.4 М€ $\approx$ 2,672 М MKD
- Високо: 61.0 М€ $\approx$ 3,755 М MKD

5. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ВЕТЕРНА ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА „4WIND“

1) Основен концепт на приклучокот (4WIND – 122,4 MW)

Ветерната електроцентрала 4WIND (инсталирана моќност 122,4 MW) се приклучува на електропреносната мрежа на напонско ниво 400 kV преку новоизградена трафостаница 400/35 kV, составена од два енергетски трансформатори 35/400 kV, Sn – 100 MVA секој.

Со ваква конфигурација:

- Во нормален режим двата трансформатори работат паралелно и ја преземаат целата евакуација на моќноста.
- При испад на еден трансформатор (N-1 на трансформатор), капацитетот за евакуација се ограничува на 100 MVA, што практично значи можно ограничување/куратирање на производството во периоди на висока ветерност (вообичаено прифатливо за ВЕЦ, но се потврдува со условите од МЕПСО и студијата за приклучок).

Трафостаницата е проектирана со следниот распоред на полиња:

- 400 kV построение (AIS/GIS зависно од решението):
 - 2 трансформаторски полиња (T1, T2)
 - 1 мерно поле (за мерни ТН/ТК и мерна опрема на точка на приклучок)
 - 1 спојно поле (секционирање)

- 2 далекуводни 400 kV полиња (за двата 400 kV вода кон постоечки 400 kV далекувод)
- 35 kV разводно построение:
 - 35 влезни полиња (фидери од собирачката 35 kV мрежа/турбински групи)

2) Точка на приклучок и режим на работа според МЕПСО

Точката на приклучок (PoC) во ова решение е на 400 kV страна (во 400 kV построението), каде МЕПСО очекува исполнување на системски услови за:

- Напонски опсег во нормална состојба: за 400 kV ниво МЕПСО цели напонот на приклучната точка да е во рамки 360–420 kV.
- Реактивна моќност/напонска поддршка: секоја генерациона единица/парк треба да обезбеди реактивна моќност во дефиниран $U-Q/P_{max}$ профил на приклучната точка (МЕПСО има експлицитно барање за 400 kV профил).
- Фреквентен опсег без исклучување: автоматско исклучување поради фреквенција с забрането во опсег 49,0–51,0 Hz (неограничено време), со дефинирани времиња за пошироки опсези.
- Сигурност N-1: при планирање/проценка на испади се применува N-1 критериум со параметри во дозволени граници.

Овие барања практично значат дека на ниво на ВЕЦ/ТС мора да постојат системи за:

- брза и стабилна регулација на напон/реактивна моќност (контрола на инвертери, евентуално STATCOM/реактори/кондензаторски батерии по резултатите од студијата),
- контрола на активна моќност и ограничување по команда на МЕПСО,
- усогласена заштита и автоматика со МЕПСО.

3) 35 kV собирачки систем и 35 kV разводно построение

3.1 Системска улога

Сите турбини преку сопствени трансформатори (типично 0,69/35 kV или слично) ја предаваат енергијата во 35 kV собирачка мрежа, која преку 35 влезни полиња влегува во 35 kV построението на трафостаницата.

3.2 35 kV построение – типична конфигурација

- Метал-обложено 36 kV построение со вакуум прекинувачи, релси за заштита и мерење по фидер.
- Едноставна шина со секционирање (или двојна шина, ако се бара повисока расположивост), со можност за одржување без целосен прекин.
- За секој од 35-те влезни фидери:
 - прекинувач, разделувач/земјоспојник (ако е примениливо), ТК, мерни функции, далечинско управување, локална сигнализација.

- Два излезни фидери кон трансформаторите (35 kV страна) во пракса се реализираат како трансформаторски 35 kV келии со засилени струјни способности.

3.3 Контрола на реактивна моќност на 35 kV

Вообичаено, на ниво на ВЕЦ контролер се имплементира:

- контрола на cosφ или Q(P) и/или U(Q),
- ограничувања по команда од МЕРСО,
- логика за работа при ниски напони/падови

4) 35/400 kV трансформатори (2 × 100 MVA)

4.1 Главни функции и очекувана опрема

За секој трансформатор (100 MVA) типично се предвидува:

- Регулација со OLTC (најчесто на 35 kV или HV страна – се дефинира со студија за напонски профили и барања на МЕРСО).
- Опрема: ладилници/радијатори, контролер на OLTC, гасно реле, мерни сензори (температура масло/намотки), заштитни вентили, онлајн мониторинг (опционално).
- Противпожарна заштита: систем за детекција, претградни ѕидови/растојанија, и oil containment (када/сепаратор) за евентуално истекување.

4.2 Заштити (типично)

- Диференцијална заштита (87T), земјоспој на намотки, прекуструјна/земјоспојна резерва, заштита од пренапон (одводници), заштита на OLTC.

5) 400 kV построение (AIS) – полиња и функционалност

5.1 Шински систем и „спојно поле“

Со оглед дека е предвидено спојно поле, практично решение е:

- Една главна 400 kV шина, секционирана во две секции, поврзани преку спојно поле на собирници(со прекинувач и разделувачи).
Ова овозможува одржување на дел од шината/поле без целосно исклучување, и подобра оперативна флексибилност.

5.2 Полиња – типична опрема

Секое 400 kV поле стандардно вклучува:

- SF6 прекинувач (или алтернативна технологија ако се избере GIS),
- шински и линиски разделувачи,
- земјоспојници,

- струјни трансформатори (ТК),
- напонски трансформатори (ТН или КНТ – особено за мерни/PLC функции),
- одводници од пренапон,
- секундарни кола, локален контролен панел, интерлокинг.

5.3 Мерно поле

Мерното поле се користи за:

- прецизно мерење на активна/реактивна енергија на точката на приклучок,
- мерење за потреби на МЕРСО и пазар/балансирање,
- квалитет на електрична енергија (PQ) по потреба (хармоници, фликер, асиметрија).

6) 400 kV далекувод – 2×3.800 m и приклучување на постоечки 400 kV далекувод

6.1 Концепт вклучување и повторно изведување на постоечки 400 kV далекувод преку нова трафостаница

Бидејќи трафостаницата има две 400 kV далекуводни полиња, најтипично техничко решение е:

- постоечкиот 400 kV далекувод да се пресече и да се воведо во новата трафостаница, така што се добиваат два нови сегмента (по ~ 3.800 m) кои завршуваат во двата 400 kV далекуводни полиња.
- Ова е најстандардна пракса за приклучување на 400 kV ниво со два (влез/излез).

6.2 Траса и терен

- Должина по далекувод: 3.800 m (вкупно 7.6 km нова 400 kV траса).
- 35% тежок терен: потребни се засилени геотехнички решенија (пристапни патишта, темели, свенгуално повисоки/посебни столбови, поголема логистика).
- Проектирање на механички оптоварувања: ветер, мраз, температурни дилатации, клиренси, корона/радио-интерференции.

6.3 Типична техничка спецификација (пример-рамка)

(се финализира со основен проект и услови од МЕРСО)

- Едноводен 400 kV ОНЛ, со:
 - фазни проводници (тип и пресек по термички рејтинг и загуби),
 - заземјувачка жица/оптичко заземјувачко јаже (за заштита од гром и телекомуникации),
 - столбови: суспензионни и анкери (особено кај агли, тежок терен и премини).
- На влезот во ТС: одводници, терминални изолатори, и ускладена линиска заштита.

6.4 Координација со МЕРСО за изведба

Изведбата на LIL0 на постоечки 400 kV вод бара:

- договорен план на исклучувања, временска координација и оперативни тестови,
- заштита со далечинска комуникација и телекомуникации (често преку ОПТИЧКО ЗАЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ) до диспечерски центар,
- приемни испитувања и пуштање под напон по процедури за Операционални нотификации

7) Заштити, автоматика, систем за надзор и управување и комуникации (SAS)

7.1 Основни заштити

- 400 kV линиски полиња: дистанчна заштита (21), диференцијална/пилот (87L) ако има телеканал, авто-реклоузинг (79) по услови на МЕРСО, грешка на прекинувач (50BF).
- 400 kV шинска заштита: диференцијална (87B) за висока сигурност.
- Трансформатори: 87T + резерви, температури, притисок, OLTC надзор.
- 35 kV фидери: прекуструјна/земјоспојна, насочна земјоспојна по потреба, заштита од пренапон.

7.2 Управување и далечински надзор

- SAS/систем за надзор и управување на трафостаница (IEC 61850) со далечинска терминална единица/шлос кон МЕРСО.
- Далечински команди: промена на Q/ cosφ режим, ограничување на P, статуси на прекинувачи, аларми.
- Времесинхронизација (GPS/NTP/PTP) за точни записи на настани.

8) Основи за проценка на трошоци (адаптирани за РС Македонија)

8.1 Референтни единични индикатори (EY)

За да се добие реална основа, користени се EY индикатори за единични инвестициони трошоци (наизменична струјаER):

- 380–400 kV надземен далекувод, 1 систем: просек 0,465 милиони EUR/km (Q1 0,298; Q3 0,606).
- наизменична струја трафостаница 6–9 полиња, нова AIS: просек 12,141 милиони EUR/asset (Q1 8,179; Q3 16,681).
- Трансформатор 400/110: просек 4,356 милиони EUR (Q1 3,633; Q3 4,729) – земено како најблиска референца за 400/35 kV класа.

8.2 Локална „адаптација“ за РС Македонија

- Опремата (400 kV прекинувачи, ТК/ТП, трансформатори) најчесто е увозна → цените се блиски до EY, со варијации по тендер и рокови.

- Градежните работи и монтажа вообичаено се пониски од просекот на ЕУ; во пресметката е применет умерен -10% фактор на делот „HV AIS трафостаница“ како груба локална корекција (ова е проценка, не правило).
- Далекуводите се коригирани со фактор за тежок терен и LLO сложеност.

8.3 Курс и ДДВ

- За конверзија е користен курс: 1 EUR = 61,5548 MKD (19.01.2026).
- Општата стапка на ДДВ е 18%.

9) Приказ на трошоци (капитални трошоци за приклучок – вклучува 2×100 MVA трансформатори)

Напомена: Подолу е инженерска проценка за буџетирање (Class 4/5). Финалната цена зависи од типот на 400 kV построение (AIS/GIS), геотехника, точната конфигурација на 35 kV ќелии, потребна реактивна компензација (ако ја побара МЕПСО), услови за исклучување и тендерски цени.

9.1 Средно сценарио (најреалистично за планирање)

Ставка	Проценет трошок (EUR)
400 kV AIS построение (≈6 полиња) + локална корекција	10,93 M
2 × 100 MVA 35/400 kV трансформатори (со транспорт/монтажа)	9,31 M
35 kV построение (35 влезни полиња + шинска/трансформаторски полиња, објект)	5,00 M
Заштити, SAS/SCADA, телекомуникации, мерење	1,80 M
Сопствена потрошувачка, DC систем, UPS, заземјување, противпожарно, ограда/патишта	1,50 M
Инженеринг, студии, дозволи, тестирања и пуштање	1,20 M
2 × 3,8 km 400 kV далекувод (вкл. тежок терен)	4,49 M
Подзбир (без резерва)	34,23 M
Резерва/непредвидени (10%)	3,42 M
ВКУПНО (без ДДВ)	37,65 M EUR
ВКУПНО (со ДДВ 18%)	44,43 M EUR

Конверзија во MKD (со курс 61,5548):

- Вкупно без ДДВ: ≈ 2,318 милијарди MKD

- Вкупно со ДДВ: $\approx 2,735$ милијарди MKD

9.2 Опсег (ниско/високо сценарио)

- Ниско (поволни теренски услови + поволни тендерски цени): $\sim 27,94$ M EUR без ДДВ
- Високо (поскап HV опрема + сложена геотехника/логистика): $\sim 47,77$ M EUR без ДДВ

6. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ВЕТЕРНА ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА

„ВИРОВИ“

1) Основен концепт на приклучок (ВЕЦ „Вирови“ – 414 MW)

Ветерната електроцентрала „Вирови“ (инсталирана моќност 414 MW) се приклучува на електропреносниот систем на 400 kV преку новоизградена трафостаница 400/35 kV со два енергетски трансформатора 35/400 kV, $S_n = 250$ MVA (вкупно 500 MVA). Концептот обезбедува поделба на оптоварување меѓу двата трансформатора и работа со резервираност; при испад на еден трансформатор, евакуацијата е ограничена на преостанатите 250 MVA (потребно е во студијата за приклучок да се потврди дали е прифатливо потенцијално ограничување на производство при N-1).

Трафостаницата има следен распоред:

- 400 kV построение (AIS): 2 трансформаторски полиња, 1 мерно поле, 1 спојно поле (спојка/секционирање на шините), 2 излезни далекуводни полиња (400 kV).
- 35 kV построение: 110 влезни полиња (фидери од колекторскиот систем), со шинска секционираниост/спојка и изводи кон двата трансформатора.

Двата 400 kV далекувода (по 6 km) се приклучуваат на постоечки 400 kV далекувод со решение тип вметнување или Т-приклучок со раздвојни портали, во зависност од трасата, достапноста на коридор и барањата на МЕПСО (се дефинира во основен проект и студија за приклучок).

2) Еднополна шема и работа на шински системи

2.1 400 kV страна (AIS)

Препорачана и практична конфигурација за зададени 6 полиња е:

- Едношина со секционирање (2 секции) + спојно поле (спојување на собирница / секционирање на собирница).
- Секој трансформатор се врзува на своја секција (за подобра селективност и одржување).
- Двата далекуводни изводи може да се распоредат по секции (или двата на една секција, зависно од студијата за струјни текови и кратки врски).
- Мерното поле е поставено на страната на приклучната точка (на шините или на изводот, според договор со МЕРСО) за комерцијално мерење и системски потреби.

Работните напони на 400 kV приклучна точка треба да се одржуваат во пропишаните рамки на МЕРСО (во нормална состојба 400 kV нивото се стреми да биде во зададен опсег).

2.2 35 kV страна

Со оглед на голем број фидери (110 влезни полиња), 35 kV построението се реализира како внатрешно метал-обложено построение (или 36 kV GIS, ако условите/просторот го бараат), со:

- две шински секции и спојно поле, за одржување без целосен прекин;
- по едно (или повеќе) поле кон секој трансформатор (35 kV страна);
- кабелски завршетоци/пренапонски заштити на влезните фидери од ВТГ колекторската мрежа.

3) Главна опрема – технички опис

3.1 Енергетски трансформатори 35/400 kV, 250 MVA (2 парчиња)

Типична спецификација (се финализира со производител и студијата за приклучок):

- Sn: 250 MVA, f: 50 Hz
- Напони: 400 kV / 35 kV (номинално), со OLTC (регулација) на HV страна (типично $\pm 10\%$ во чекори)
- Врска на намотки: најчесто HV YN (неутрала достапна), LV Yn или Δ со терциерна Δ за хармоници/реактивна поддршка (конкретно се избира според 35 kV неутрално заземјување и барања за квалитет на напон)
- Ладење: ONAN/ONAF (или еквивалент)
- Заштити и мониторинг: Бухолц, температури, притисок, DGA/онлајн мониторинг по потреба, мониторинг на бушинзи, систем за надзор и управување интеграција.
- Пожарна заштита: масло-јама, одвод на масло, детекција/гасење (водена магла/пена) според проект.

3.2 400 kV изводни полиња (2× далекувод + 1× мерно + 1× спојно + 2× трансформаторско)

Секое 400 kV AIS поле типично содржи:

- прекинувач (SF₆ или еквивалент), раздвојувачи, заземјувачи,
- мерни трансформатори СТ/НТ (класи за заштита и мерење),
- одводници на пренапони,
- опрема за телекомуникации/заштита со далечинска комуникација (преку ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ),
- локален ормар/маршалинг, кабелски канали и терминали.

3.3 35 kV разводно построение (110 влезни полиња)

За секој 35 kV фидер:

- вакуумски прекинувач, раздвојување/заземјување,
- СТ/НТ (каде што е потребно), заштитен релеј (фидерска заштита),
- мерење и сигнализација во систем за надзор и управување,
- кабелски приклучок со тест-приклучоци и пренапонска заштита.

3.4 Помошни системи

- Сопствена потрошувачка: 0.4 kV систем, наизменична струја табла, резервно напојување.
- еднонасочна струја систем: 110/220 Веднонасочна струја батериски систем (N+1 полначи), за управување/заштити.
- UPS: за систем за надзор и управување, телекомуникации и мерење.
- Синхронизација на време: GPS/IRIG-B или PTP.
- Физичка безбедност: ограда, контрола на пристап, видео надзор.
- Заземјување: мрежа за заземјување димензионирана на струи на краток спој и допирни/чекорни напони.

4) Заштита, управување, систем за надзор и управување и мерење

4.1 Заштитни функции (типично)

- Далекуводи 400 kV: дистанчна заштита + заштита со далечинска комуникација преку оптика (оптичко заземјувачко јаже), автоматско повторно вклучување (ако МЕРСО дозволи), грешка на прекинувач, синхро-проверка.
- Трансформатори: диференцијална, земјоспој, Бухолц, термичка, пренапон/поднапон, overfluxing (V/f).

- Шини 400 kV: шинска диференцијална заштита (заштита на собирница) и логики за секционирање.
- 35 kV фидери: максимална струја, земјоспој (со концепт за неутрала), пренапон/поднапон, насочни функции по потреба.

4.2 Управување и комуникации

- Систем за надзор и управување (систем за надзор и управување/далечинска терминална единица) со далечински команди и телеметрија кон диспечерскиот центар на МЕПСО.
- За објекти од овој ранг се применува дигитална подстанција / IEC 61850 (IED, GOOSE/SMV каде е оправдано), со редундантни комуникациски прстени.

4.3 Комерцијално мерење

Мерната опрема на приклучната точка треба да ги исполни барањата за далечинско читање, двонасочно мерење (активна/реактивна енергија и моќност), тарифирање и пломбирање (Биро за метрологија + МЕПСО).

5) Клучни системски барања (МЕПСО) релевантни за проектот

- Планирање и сигурност (N-1): МЕПСО ја применува N-1 безбедносната логика во анализи на испади при планирање и работа на преносната мрежа.
- Напонски режими на 400 kV: во мрежата на 400 kV постојат пропишани рамки за напонски отстапувања/времетраење на работа на приклучната точка.
- Реактивна моќност и напонска регулација: поставките за реактивна размена и нивно реализирање на приклучната точка се предмет на барања/договор, со динамика на промена на зададена вредност.
- Способност за останување приклучен при дефект: електраната мора да остане приклучена и стабилна при пропишани падови на напон во кратки врски.

Во практична смисла, тоа значи дека проектот треба да вклучи:

- централен регулатор на парк за напон/реактивна моќност на 400 kV приклучна точка,
- координирани заштитни подесувања со МЕПСО,
- докажување на FRT и квалитет на енергија (хармоници, фликер), и обезбедување записи/моделни кога се бара.

6) 400 kV далекуводи (2 × 6,000 m; 75% тежок терен)

6.1 Основни карактеристики

- Напон: 400 kV, 50 Hz
- Должина: 6 km по далекувод

- Терен: 75% тежок (планински/непристапен) → зголемени градежни и логистички барања (пристапни патишта, специјални фундаменти, можност за хеликоптерско/влечено затегање).

6.2 Конструктивни и електрични елементи (типично)

- Челично-решеткасти столбови (суспензионни и анкерни), фундаменти според геомеханика, антикорозивна заштита.
- Проводници димензионирани за термички капацитет, корона и механички напрегања; за 414 MW евакуација преку 2 линии, оптоварувањата по линија се умерени, но се избира проводник според стандардите на МЕРСО и услови за корона/бучава.
- оптичко заземјувачко јаже (оптички заземјувачки проводник) за заштита со далечинска комуникација, систем за надзор и управување и синхронизација; дополнителен заземјувачки проводник ако е потребно.
- Систем за заземјување на столбови и громобранска заштита.

6.3 Приклучување на постоечки 400 kV далекувод

Се применуваат две типични решенија (се избира во основниот проект):

1. постоечкиот 400 kV далекувод се „прекинува“ и се вметнува новата ТС, односно се оформуваат две нови секции кон ТС (со нови анкерни столбови/портали и спојување на оптичко заземјувачко јаже).
2. Т-приклучок : новиот далекувод се „закачува“ на постоечкиот со Т-гранка и соодветни исклучни/раздвојни можности.

За проект од 414 MW најчесто се бара ниво на резервираност и заштита со далечинска комуникација со оптика, како и јасно дефинирана граница на сопственост и одговорност (TSO/инвеститор) во приклучната точка.

7) Пуштање во работа (комисионирање) – што мора да биде опфатено

- фабрички приемни тестови/приемни тестови на лице место тестови за 400 kV опрема, трансформатори, релен и систем за надзор и управување.
- Тестирање на заштита со далечинска комуникација преку ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ, временска синхронизација, сигнализација.
- Верификација на мерни уреди и пломбирање за комерцијално мерење.
- Системски тестови: FRT, реактивна поддршка/напони, ограничувања на активна моќност по команда, согласно барањата на МЕРСО.

8) Приказ на трошоци (индикативно) – адаптирано за изведба во РС Македонија

Напомени за проценката:

- Ова е концептуална (± 20 30%) проценка за приклучокот (вклучувајќи трансформатори), базирана на европски индикатори за единични инвестициони трошоци (наизменична струја ER) за 400 kV далекуводи/подстанции/трансформатори и прилагодена за „тежок терен“.
- Не вклучува: внатрешна 35 kV колекторска мрежа низ ветерниот парк (кабли до турбини), откуп на земјиште/експропријации, камати и финансиски трошоци.
- Конверзија: 1 EUR $\approx$ 61.57 MKD (курс EUR/MKD на 2026-01-19).

8.1 Директни трошоци (капитални трошоци – приклучок)

Ставка	Сума (млн €)	Сума (млн MKD)
400 kV AIS построение (6 полиња: 2 TP, 2 ДВ, мерно, спојно)	12.14	747.50
Два енергетски трансформатора 35/400 kV, 250 MVA	9.00	554.16
35 kV разводно построение (110 влезни + секции/спојка + 2 излези кон TP)	6.80	418.70
Заштита, управување и SCADA/RTU, мерење, синхронизација	2.00	123.15
Градежни работи (фундаменти, ограда, зграда за управување, патишта)	2.50	153.93
Заземјување и громобранска заштита	0.60	36.94
Телекомуникации/оптичко заземјувачко јаже завршетоци и заштита со далечинска комуникација	0.50	30.79
2 $\times$ 400 kV далекувод, L=6 km (75% тежок терен)	6.85	421.71
Адаптација/вметнување на двата приклучоци на постоечки 400 kV далекувод	2.00	123.15
Вкупно – директно	42.39	2,610.03

8.2 Индиректни трошоци, резерва и ДДВ

- Инженеринг/проектирање и дозволи (6%): 2.54 млн € (156.60 млн MKD)
- Надзор/тестирање/комисионирање (3%): 1.27 млн € (78.30 млн MKD)
- Резерва/непредвидени (10%): 4.24 млн € (261.00 млн MKD)

Вкупно без ДДВ: 50.44 млн € $\approx$ 3,105.93 млн MKD

ДДВ во РС Македонија – стандардна стапка 18%.	
ДДВ (18%): 9.08 млн € (559.07 млн MKD)	
Вкупно со ДДВ: 59.52 млн € $\approx$ 3,665.00 млн MKD	

7. ПРИКЛУЧОК НА ФОТОНАПОНСКА ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА „ХЕК СОЛАР“**1) Општи податоци за приклучокот**

Фотонапонската електроцентрала „ХЕК СОЛАР“ (инсталирана моќност 70 MW) се приклучува на електропреносната мрежа преку нова 110/35 kV трафостаница со еден енергетски трансформатор 110/35 kV, 85 MVA. Намената на трафостаницата е:

- прифаќање на енергија од 35 kV колекторскиот систем на ФЕЦ,
- трансформација на напонот на 110 kV,
- сигурно и селективно вклучување во 110 kV преносната мрежа со можност за N-1 оперативни сценарија (во зависност од барањата на МЕПСО и конкретната топологија на мрежата).

Поставеност (конфигурација) на трафостаницата:

- 110 kV страна: 2 излезни 110 kV далекуводни полиња + 1 трансформаторско поле (вкупно 3 полиња на 110 kV)
- 35 kV страна: 24 влезни 35 kV далекуводни полиња (фидери) од ФЕЦ (плус шински/мерни/сервисни полиња според конечниот проект)

2) Еднополна шема (описно)

Типична еднополна логика за ваков приклучок:

- 35 kV колектор (ФЕЦ): 24 фидери → 35 kV шински систем (обично 1 шина со секционирање или 2 секции со спојно поле)
- Трансформаторско поле 35 kV: прекинувач + мерни трансформатори + заштита → Трансформатор 110/35 kV, 85 MVA
- 110 kV страна: трансформаторско поле → 110 kV шински систем → 2 далекуводни полиња (кон два 110 kV изводи/правци)

Оваа конфигурација овозможува:

- селективно исклучување на било кој 35 kV фидер без влијание на останатите,
- независно управување/изолација на трансформаторот,
- флексибилно вклучување на ФЕЦ во 110 kV мрежата преку два изводи (радијално или како дел од прстен, зависно од точката на приклучок).

3) 110 kV разводен уред (две далекуводни полиња + трансформаторско поле)

3.1 Концепт на 110 kV развод

Во пракса најчесто се применува:

- воздушно изолирана разводна опрема 110 kV со едноставна пила и можност за идно проширување,
- алтернативно GIS ако има просторни/еколошки ограничувања.

3.2 Типична опрема по 110 kV поле

За секое далекуводно поле и трансформаторско поле се предвидува:

- 110 kV прекинувач (SF₆),
- разделници и земјоспојници,
- мерни трансформатори струјни и напонски за заштита и мерење,
- одводници на пренапони,
- шински и полски проводници/изолатори, носачи, темели,
- локален команден ормар, сигнализација и интерфејс со системот за далечинско управување (систем за надзор и управување).

3.3 Заштити и автоматика на 110 kV

- Далекуводи 110 kV: дистанцна заштита + заштита со далечинска комуникација/комуникациска логика (ако МЕРСО ја бара) + резервна прекуструјна/земјоспојна заштита.
- Шини/собирици: шинска диференцијална заштита (често како централен функционален блок за целата пила).
- Откажување на прекинувач (грешка на прекинувач) и меѓуполски блокади.
- Синхронизирање/проверка на услови за вклучување каде што е применливо.

4) Трансформатор 110/35 kV, 85 MVA (дел од приклучокот)

4.1 Основни технички барања (типично)

- Номинална моќност: 85 MVA (со резерва над 70 MW за реактивна размена, температурни услови и ограничувања)
- Напони: 110 kV / 35 kV, со регулација преку OLTC (најчесто на 110 kV страна) за одржување напон во точка на приклучување
- Ладење: ONAN/ONAF (по избор според термички пресметки)

- Векторска група: по усогласување со мрежата (често YN/Δ конфигурации на HV/MV, но дефинитивно се утврдува во проект)
- Опрема и надзор: Бухолц, PRD, термометри масло/намотки, мониторинг на гасови (опционално), мерна опрема, заземјување на неутрала согласно мрежниот концепт.

4.2 Трансформаторски заштити

- Диф. заштита (87T), REF (ограничена земјоспојна), прекуструјна резервна, пренапон/поднапон, преоптоварување, прегревање, Бухолц аларм/исклучување, пренамагнетување (V/Hz).

5) 35 kV разведен уред (24 влезни полиња)

5.1 Концепт

- Внатрешен метал-обложен (metal-clad) 35 kV развод со вакуум прекинувачи.
- Шински систем: често 1 шина со секционирање (2 шински секции + спојно поле) за подобра оперативност и одржување.

5.2 Опрема по 35 kV фидер

- 35 kV вакуум прекинувач,
- разделници/земјоспојници (според типот на ќелија),
- СТ/НТ (или шински НТ во посебно поле),
- дигитална заштита/мерење/управување (IED),
- кабелски приклучоци, терминали, локална сигнализација.

5.3 Заштити на 35 kV фидери

- прекуструјна и земјоспојна (насочна ако е потребно),
- пренапон/поднапон надзор (по логика на систем),
- логика за селективност со трансформаторските заштити и со заштитите на колекторската мрежа на ФЕЦ.

6) систем за надзор и управување/комуникации и протоколи кон МЕРСО

Трафостаницата мора да има далечинско управување и телеметрија (позиции, аларми, мерења P/Q/U/I/f, тап позиција, статуси и сл.). Во мрежните правила на МЕРСО се наведуваат стандардни комуникациски протоколи за размена на податоци со контролниот центар, како IEC 60870-5-101/104 и IEC 61850 како внатрешен стандард за комуникација во објект/станција.

7) Мрежни барања за ФЕЦ – клучни точки за приклучокот

За фотонапонска електроцентра од 70 MW, во правилата се потенцираат функционалности како:

- можност за работа со фреквентно чувствителни режими и/или ограничување на активната моќност по надворешна команда преку комуникациски интерфејс.
- способност за останување приклучен при дефект – обврска да остане приклучена при краткотрајни пропади на напон (пример профил: останување поврзано и при многу низок напон во првите стотици ms и постепено враќање при нормализирање).
- при дефект, реактивна струја/поддршка на напон како функција од напонското отстапување (реактивен одзив за поддршка на мрежата).

Овие барања директно влијаат на проектот на приклучокот (поставување мерења во точка на приклучување, брзи заштити, телеметрија, стабилен еднонасочна струја систем, логики за ограничување на P и управување со Q/напон).

8) Мерење и квалитет на електрична енергија

8.1 Мерење

МЕПСО дефинира правила за мерни точки, метеринг база и комуникациски пат/протокол за читање и обработка на мерни податоци.

За мерните трансформатори и точноста (класи) се наведуваат барања во правилата (табели за точноста на мерни трансформатори/мерила) кои треба да се испочитуваат при избор на СТ/НТ и мерна опрема.

8.2 Хармоници/квалитет

Во правилата се наведуваат гранични вредности за хармоници што корисникот може да ги инјектира во мрежата (табеларно по ред на хармоник и напонско ниво). Практично, тоа значи: во проектот се обезбедува усогласеност преку избор на инвертери со соодветни филтри, правилно димензионирање на трансформатор и кабли, и мерења/верификација при пуштање во работа.

9) Градежни и помошни системи во трафостаница

Градежен дел:

- плато, пристапен пат, ограда и заштита,
- темели за опрема и конструкции,
- кабелски канали/траншеи, дренажа,
- објект за управување (командна просторија, релејна, телекомуникации).

Помошни системи:

- еднонасочна струја систем (батерии + полначи, 110/220 В еднонасочна струја),

- наизменична струја сопствена потрошувачка (0.4 kV развод, UPS каде што треба),
- осветлување, греење/ладење за простории,
- заземјувачка мрежа и громобранска заштита,
- противпожарна заштита и масло-када/сепаратор за трансформатор.

10) Приказ на трошоци (ориентациски) – адаптирано за РС Македонија

10.1 Што е вклучено

- целата 110/35 kV трафостаница со наведени полиња,
- трансформатор 110/35 kV 85 MVA (вклучен во трошоците),
- секундарни системи, систем за надзор и управување/комуникации, мерење, градежни и помошни системи.

Забелешка: трошокот за 110 kV далекувод/кабел надвор од трафостаницата зависи од должина и траса; затоа е даден како дополнителен по km.

10.2 Референтни единични трошоци (за калибрација)

- Енергетска заедница објавува UIC индикатори, на пр. 110 kV ~0.208 М€ / km и ориентири за наизменична струја трафостаници/трансформатори (регионални податоци 2019–2025)
- наизменична струјаER UIC табелата дава дополнителни EU-референтни опсези (на пр. за 110–150 kV OHL 2 circuits и за наизменична струја substations).

10.3 Ориентациска пресметка (капитални трошоци за трафостаница, без надворешен 110 kV вод)

Курс за конверзија: 1 EUR ≈ 61.58 MKD

Ставка	Ниско (М€)	Најверојатно (М€)	Високо (М€)	Ниско (мил. MKD)	Најверојатно (мил. MKD)	Високо (мил. MKD)
Проектирање, ревизија, дозволи, надзор	0,35	0,55	0,85	21,55	33,87	52,34
110 kV AIS развод (3 полиња + шина и примарна опрема)	1,80	2,40	3,20	110,84	147,79	197,06
Трансформатор 110/35 kV, 85 MVA (набавка+монтажа+тестови)	2,00	2,70	3,60	123,16	166,27	221,69
35 kV развод (≈26–28 ќелии вкл. трансформаторско/шинско)	1,00	1,40	2,00	61,58	86,21	123,16

Ставка	Ниско (М€)	Најверојатно (М€)	Високо (М€)	Ниско (мил. MKD)	Најверојатно (мил. MKD)	Високо (мил. MKD)
Секундарни системи: заштити, мерење, SCADA/RTU, заштита со далечинска комуникација	0,55	0,80	1,20	33,87	49,26	73,90
Телекомуникации (оптика/интерфејси кон МЕРСО)	0,20	0,35	0,60	12,32	21,55	36,95
Помошни системи (DC, AC сопствена, UPS каде треба)	0,18	0,28	0,45	11,08	17,24	27,71
Заземјување, ограда/безбедност, противпожарно, масло- када/сепаратор	0,25	0,40	0,65	15,40	24,63	40,03
Градежни работи (плато, темел, објект, канали, патништа)	0,90	1,30	2,00	55,42	80,05	123,16
Испитувања, пуштање, документација	0,15	0,25	0,40	9,24	15,40	24,63
ВКУПНО (без надворешен 110 kV вод/кабел)	7,38	10,43	14,95	454,46	642,28	920,62

10.4 Дополнителни трошоци по должина (ако има 110 kV вод/кабел до точка на приклучок)

- 110 kV надземен вод: ориентациони 0.21 0.33 М€ / km (ECRB и наизменична струјаER референтни вредности).
- 110 kV подземни кабел: (во EU-референци е значително поскап (наизменична струјаER дава редови за 110–150 kV UC).

8. ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ХЕК СОЛАР“

Детален технички опис – приклучок на „ХЕК СОЛАР“ 50 MW на електропреносна мрежа (110 kV)

1) Општо и улога на приклучокот

Батерискиот систем за складирање (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) „ХЕК СОЛАР“ со инсталирана активна моќност 50 MW се приклучува на преносната мрежа преку нова трафостаница 110/35 kV, во која е предвиден еден енергетски трансформатор 110/35 kV, 63 MVA. Трафостаницата (ТС) претставува точка на приклучување (точка на приклучување) и техничка граница за управување/заштита/мерење помеѓу објектот и преносниот систем.

Според МЕРСО „Мрежни правила“, преносниот систем ги опфаќа постројките на 400 kV и 110 kV и важат правила за разграничување (сопственост, одржување, пристап, мерење) помеѓу МЕРСО и корисникот на преносната мрежа.

2) Конфигурација на трафостаницата (според зададено)

Предвидена поставеност/полиња:

- 110 kV дел (отворена постројка – AIS):
 - 2 далекуводни 110 kV излезни полиња
 - 1 трансформаторско 110 kV поле (за приклучок на 110/35 kV трансформатор)
- Среден напон (35 kV) / колекторен дел:
 - (проектно наведено) 24 “10 kV” влезни далекуводни полиња – во пракса ова најчесто се изведува како металоклопна постројка на среден напон со 24 влезни/излезни фидери кон PCS/батериски блокови (во зависност од избраното напонско ниво на колекторот). Во продолжение описот е даден функционално (24 фидери на колекторен напон), без да се менува бројот на полиња.

3) 110 kV далекуводи (2×4 km)

Двете 110 kV далекуводни полиња ќе се поврзат со два одделни 110 kV далекуводи, со единечна должина од 4 km (вкупно 8 km). Вообичаено, ова се изведува како:

- Единечен систем 110 kV воздушен далекувод, со челично-решеткасти столбови или армирано-бетонски/челични столбови (изборот зависи од терен, ограничувања и трошок).
- Проводник (пример: наизменична струја SR 240/40 или 300/50) и заштитно јаже; препорачливо е оптичко заземјувачко јаже за телекомуникација и заштита со далечинска комуникација.
- На краевите: порталски конструкции, завршни спојки, ограничувачи на пренапон и опрема за заштита со далечинска комуникација/систем за надзор и управување комуникација.

Важно (сопственост/граница): Мрежните правила на МЕРСО предвидуваат дека кај радијално приклучување преку сопствена високонапонска ТС и радијални високонапонски водови, ТС и радијалните водови можат да бидат во сопственост на корисникот, а разграничувањето се дефинира на портал/изолатори (во зависност од конкретниот случај и договор).

4) Детален опис по системи

4.1 110 kV AIS – примарна опрема и функции по поле

Секое 110 kV поле типично содржи:

- SF₆ прекинувач 110 kV (номинален напон 123 kV, прекинувачка способност според пресметан Ik₃, вообичаено 31.5 kA).
- Расставувачи и заземјувачи за безбедно одржување.

- Мерни трансформатори: струјни (СТ) и напонски (НТ/КНТ) за заштита, мерење и систем за надзор и управување.
- Ограничувачи на пренапон за координација на изолација и заштита од пренапони.
- Собирници со соодветни спојки и носачи.

Далекуводно поле (2×):

- Линиска заштита (дистанцна + насочна прекуструјна како резерва) и/или линиска диференцијална заштита преку оптичко заземјувачко јаже.
- Автоматско повторно вклучување (АПВ) каде што е дозволено од системскиот оператор и технички оправдано.
- Заштита со далечинска комуникација/сигнализација за брзо исклучување при дефект.

Трансформаторско поле (1× на 110 kV):

- Опрема за приклучок на трансформаторот на 110 kV собирница (прскинувач, раставувачи, СТ/НТ, арестери).
- Интерлокнг логика (електрични/механички блокади) за безбедни манипулации.

4.2 Енергетски трансформатор 110/35 kV, 63 MVA

Трансформаторот се проектира за:

- Номинална моќност: 63 MVA
- Висок напон: 110 kV (номинално 123 kV опрема)
- Среден напон: 35 kV
- преклопник на одводи под оптоварување за регулација на напонот на 35 kV (типично $\pm 10\%$ во чекори).
- Ладење: ONAN/ONAF (по избор, согласно термичко оптоварување).
- Заштита: Бухолц, температури масло/намотки, притисок, диференцијална, земјоспојна (REF), прекуструјна резерва.
- Мерни и надзорни сигнали во систем за надзор и управување (позиција на тап, аларми, трендови).

4.3 Колекторен дел на среден напон – 24 влезни полиња (проектно “10 kV”)

Функционално, овие 24 полиња го собираат излезот од PCS/батериски блокови и го доведуваат до трансформаторот. Изведба:

- Мсталоклопна постројка (типично вакуум прскинувачи), со:
 - 1-2 влезни полиња од трансформатор (35 kV страна),
 - собирници со секционирање за зголемена сигурност,

- 24 фидер полиња (кабелски/далекуводни) кон БАТЕРИСКИ СИСТЕМ блокови,
- мерни полиња (по потреба) и помошни полиња.
- Заштита по фидер: прекуструјна и земјоспојна, со селективност и координација со PCS.
- Квалитет на енергија: во проектот се предвидува проверка на хармоници/фликер и по потреба филтри/компензација за да се испочитуваат барањата за напонска форма и емисии (на пр. EN 50160 – како референтен квалитет на напон).

4.4 Заштита, автоматика и управување

Мрежните правила наведуваат дека МЕРСО е одговорен за концептот на заштита на спојот помеѓу МЕРСО и корисникот и дека заштитата треба да биде конфигурирана така што да не е негативно засегната од соседни системи; концептот се дефинира според специфичностите на преносниот систем и ENTSO-E препораки.

Во проектот се предвидува со:

- Релејна заштита и автоматика за: линија, трансформатор, сабирници (по потреба), прекинувачки отказ (грешка на прекинувач), синхро-провера за вклучувања.
- систем за надзор и управување/далечинска терминална единица со далечинско управување и телеметрија до диспечерски центар (протокол по барање на МЕРСО).
- IEC 61850 во рамки на ТС (станична комуникација), временска синхронизација
- Кибер/физичка безбедност (контролен пристап, логирање на настани).

4.5 Мерење (комерцијално и техничко)

На точка на приклучување се обезбедува:

- Комерцијално мерење (класа на СТ/НТ и мерила според барања на МЕРСО и Биро за метрологија), со далечински пренос на податоци.
- Техничко мерење за анализа на квалитет (U, I, P, Q, f, THD), особено важно за конвертерски постројки

4.6 Помошни системи

- наизменична струја сопствена потрошувачка (0.4 kV развод, осветлување, приклучници, греење/ладење).
- еднонаочна струја систем (110/220 В еднонаочна струја) со станични батерии и полначи за сигурно напојување на заштити и управување.
- UPS за ИКТ/систем за надзор и управување опрема.
- Пожарна заштита (детекција, гасење во контролна сала; мерки за трансформатор – противпожарни барјери/систем по проект).
- Задржување масло под трансформатор (еколошка мерка).

4.7 Заземјување и громобранска заштита

- Заземјувачка мрежа на ТС со пресметка на чекорен/допирен напон (IEEE 80/IEC 61936-1), поврзување на сите метални маси, ограда, конструкција и опрема.
- Громобранска заштита (јарболи/заштитни жици) и координација со арестери на 110 kV и 35 kV страни.

5) Испитувања и пуштање во работа

Се изведуваат:

- Фабрички испитувања (фабрички приемни тестови) за главна опрема (трансформатор, релеја, далечинска терминална единица/систем за надзор и управување).
- Испитувања на лице место (приемни тестови на лице место), примарни инјекции/секундарни тестови, функционални тестови на интерлокинг, телесигнализација и далечинско управување.
- Испитувања на далекуводи (изолација, континуитет, заземјување), заштита со далечинска комуникација преку оптика.
- Пробен погон и документација.

6) Приказ на трошоци (ориентационо) – адаптирано за изведба во РС Македонија

Основи за проценка

- За калибрација на ред на големина се користат јавно достапни индикатори (наизменична струја ER, 04.07.2023) за далекуводи и трафостаници.
- Дополнително, како локален показател за набавки, МЕПСО има објавено инвестиција 650.000 € за набавка на 31 нов 110 kV прекинувач (набавка, со монтажа во повеќе ТС во период).
- Конверзија: 1 EUR $\approx$ 61.49 MKD (референтен курс).

Напомена: Реалната цена зависи од: избор AIS vs GIS, терен/геологија, имотно-правни услови и коридор, тип на столбови, пресек на проводник, услови на приклучокните точки и барања на МЕПСО за заштита/телеметрија.

6.1 Сумирани ставки (во милиони EUR)

Ставка	Проценета вредност (М€)
Проектирање, ревизија, дозволи, геодезија, елаборати	0.40
Градежни работи ТС (платформи, темели, објект, патишта, ограда, дренажа)	1.30

Ставка	Проценета вредност (М€)
110 kV AIS примарна опрема – 2 ЛП + 1 ТП	2.10
Колекторна постројка на СН – 24 полиња + секција/спојка + помошни	1.70
Трансформатор 110/35 kV, 63 MVA (испорака + монтажа + испитувања)	1.60
Заштита/автоматика/мерење/SCADA/телекомуникации/заштита со далечинска комуникација	1.10
Помошни системи (AC/DC, батерии, UPS, HVAC, пожар, осветлување)	0.55
Заземјување и громобранска заштита	0.25
110 kV далекуводи 2×4 km (вкупно 8 km) со оптичко заземјувачко јаже	2.00
Имотно-правни, коридор, расчистување, пристапни патишта, прекрстувања	0.55
Интервенции во постојни постројки/точки на приклучок (2 краја)	0.50
Испитувања, пуштање во работа, обука	0.25
Мсѓузбир	12.30
Резерва/непредвидени (10%)	1.23
Вкупно (без ДДВ)	13.53 М€

6.2 Вкупно во MKD и со ДДВ

- Вкупно без ДДВ: $13.53 \text{ М€} \times 61.49 \approx 831.96$ милиони MKD
- Со ДДВ 18% (ако се применува на целата сума): $\approx 15.97 \text{ М€}$ или 981.71 милиони MKD

9. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ВЕТЕРНА ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА „ПЕМ БРУССЕЛС“

1) Основни податоци и концепт на приклучок

- ВЕЦ: ПЕМ „БРУССЕЛС ДООЕЛ“ – Струмица

- Инсталирана моќност: 57.6 MW (типично 8×7.2 MW на 35 kV колектор)
- Приклучок на преносна мрежа: преку нова 110/35 kV трафостаница (ТС) со $2 \times$ трансформатори 110/35 kV, 63 MVA
- 110 kV извод: 2 далекуводни полиња (1 работно + 1 резерва)
- 110 kV далекувод: 13.8 km, од кои $\sim 35\%$ тежок терен, приклучување во новоизградена 400/110 kV ТС

Бидејќи приклучокот е радијален (една 110 kV врска до преносниот систем), согласно мрежните правила на МЕПСО, трафостаницата и радијалниот далекувод вообичаено се во сопственост на корисникот (ВЕЦ), а границата на разграничување е на напонските изолатори на порталниот систем во ТС што припаѓа на МЕПСО.

2) Димензионирање на трансформаторите (N-1 логика)

Максималната очекувана привидна моќност на ВЕЦ на точка на приклучување зависи од фактор на моќност. Ако се земе типичен услов $\cos\phi = 0.95$:

- $S \approx P / \cos\phi = 57.6 / 0.95 = 60.63$ MVA

Со тоа, еден трансформатор од 63 MVA може да ја покрие целата ВЕЦ во N-1 режим (со ограничување дека треба да се испочитуваат термичките граници, напонските услови и барањата за реактивна моќност). Во нормална работа двата трансформатори работат паралелно со значајна резерва.

3) 35 kV колекторски систем (во рамки на ВЕЦ)

Функција: собирање на енергијата од турбините и довод до 35 kV разводното построение (РП) во 110/35 kV ТС.

Типичен концепт:

- Секоја турбина има генератор + конвертор и сопствен 0.69/35 kV (или слично) трансформатор (во/до темелот).
- Меѓусебно поврзување со 35 kV кабли (обично во прстен/петли или радијално со секционирање) до ТС.
- Се предвидува:
 - кабелски спојки/разводни шахти,
 - оптичка комуникација (FO) по кабелската траса за систем за надзор и управување,
 - заземјување и заштита од пренапони на кабелски завршетоци.

4) 110/35 kV трафостаница – примарна шема и полиња

4.1 110 kV построение (AIS, надворешно) – полиња

Распоредот што го наведовте логично се реализира како едно-системски шински распоред со шински спојувач (bus coupler) и следни полиња:

1. Трансформаторско поле T1 (110 kV)
2. Трансформаторско поле T2 (110 kV)
3. Мерно поле (110 kV) – за мерни трансформатори/мерење на точка на приклучување
4. Спојно поле (110 kV) – шински спојувач/секционирање
5. Далекуводно поле L1 (110 kV) – работно (кон 400/110 kV TC)
6. Далекуводно поле L2 (110 kV) – резерва (празно/подготвено)

Типична опрема по поле (110 kV):

- Прекинувач (CB) 123 kV, соодветна краткоспојна моќ (на пр. 31.5 kA / 3 s – според студија)
- Раздвојувачи (DS) + заземјувачи (ES)
- Мерни трансформатори СТ/НТ (или КНТ во далекуводно/мерно поле)
- Одводници на пренапон (LA)
- Портали за приклучување на далекувод/трансформатор

4.2 Трансформатори 110/35 kV, 63 MVA (2 парчиња)

- $S_N = 63 \text{ MVA}$, $U_n = 110/35 \text{ kV}$
- OLTC за регулирање на напон (типично $\pm 10\%$ во чекори), за одржување на 35 kV напонот и/или точка на приклучување напонот
- Заштити: диференцијална (87T), земјоспој/REF, Бухолц, термичка, притисок, пренапони
- Неутрална точка: МЕПСО бара за опрема/трансформатори на 110 kV и повисоко (во сопственост на корисникот) да постои можност за заземјување на неутралата, а начинот се дефинира со студија за приклучок.

4.3 35 kV разводно построение (внатрешно, метал-обложено)

- 20 влезни полиња (35 kV) – доводи од турбините/колекторот
 - Плус типично се предвидуваат (покрај вашите барани полиња):
 - 2 трансформаторски изводи (35 kV) (T1 и T2 на 35 kV страна),
 - шински секционирач/спојно поле (35 kV) за резервирање,
 - мерен трансформатор на шини (НТ) и сервисни изводи (сопствена потрошувачка).
-

5) Точка на приклучување (точка на приклучување), мерење и квалитет на енергија

5.1 Напонски опсези (110 kV)

Во нормална состојба МЕПСО настојува напонот на 110 kV приклучни точки да е 99–123 kV, со дефинирани краткотрајни граници во нарушувања.

5.2 Квалитет на енергија (фликер/хармоници)

За 110 kV, мрежниот код дава лимити за:

- фликер: Pst и Plt граници (на 110 kV – типично 1 и 1),
- хармоници: лимити по редови на хармоници на приклучната точка.

Ова директно влијае на:

- избор/поставување на филтри или подесувања на конверторите,
- услови за прифаќање при пуштање (мерења неделно/10-мин вредности како во кодот).

5.3 Мерно поле и комерцијално мерење

Во мерното поле 110 kV се поставуваат СТ/НТ со класи за мерна точност и мерни уреди (енергомери) за:

- комерцијално мерење (фактурирање),
- телеметрија кон МЕПСО (систем за надзор и управување/систем за управување со енергија),
- мерење на активна/реактивна енергија по тарифи (доколку е потребно).

6) Заштита, автоматика и систем за надзор и управување (интерфејс со МЕПСО)

6.1 Заштити на 110 kV страна

- Далекувод (L1): дистанчна (21), диференцијална/линиска (87L ако има оптичко заземјувачко јаже), земјоспој, АПВ според договор со МЕПСО
- Шини: шинска диференцијална (87B)
- Трансформатори: 87T, REF, преоптоварување, термика, Бухолц

6.2 Заштити на 35 kV страна

- Изводи од турбини: надструјна + земјоспојна, насочна (по потреба), заштита од кабелски дефекти
- Секционирање/спојка: заштита за шини и резервирање

6.3 Управување и далечинска команда

Се реализира:

- Локален систем за надзор и управување/далечинска терминална единица во ТС

- Канал кон МЕРСО (типично преку оптичко заземјувачко јаже на 110 kV далекувод)
- Далечински команди/сетпоинти за:
 - реактивна моќност/напон,
 - ограничување на активна моќност (curtailment),
 - статуси/аларми/мерења.

7) Барања на МЕРСО за реактивна моќност и однесување при дефекти (клучно за ВЕЦ)

7.1 Реактивна моќност (U–Q/Pmax профил)

Мрежниот код бара секоја генерација да обезбеди реактивен опсег на приклучна точка според U–Q/Pmax карактеристика, а МЕРСО може да задава сетпоинт во договорениот опсег. Исто така, при online задавање, новиот сетпоинт за реактивната размена на точка на приклучување треба да се реализира во рок ~1 минута.

Практично, ова значи дека во проектот треба да се предвиди доволна динамичка/статичка реактивна резерва:

- преку конверторите на турбините
- и/или преку 35 kV кондензаторски батерии/реактори,
- и/или STATCOM (ако студијата покаже потреба, особено за слаб точка на приклучување).

7.2 Останување приклучен при пад на напон

За ветерна електроцентра, кодот дефинира профил напон-време при кој ВЕЦ не смее да се исклучи (вкл. многу длабок пад во првите ~150 ms).

7.3 Поддршка на напон при дефект – реактивна струја

При напонски пад, ВЕЦ треба да ја поддржи мрежата со дополнителна реактивна струја, при што:

- контролата се активира при пад >10%,
- реактивната струја треба да почне да се испорачува најдоцна за ~40 ms, и по потреба да достигне најмалку 100% од номиналната струја.

Ова директно влијае на:

- подесувања на турбинските конвертори,
- потреба од STATCOM (ако Q од турбините не е доволен/брз на точка на приклучување).

8) 110 kV далекувод 13.8 km (35% тежок терен) – технички опис

8.1 Тип и конструкција

- OHL 110 kV, едносистемски (3-фазен)
- Избор на столбови: челично-решеткасти или челично-цевни, според:
 - агли/распони,
 - носивост на терен,
 - пристап и монтажа.

8.2 Проводници и заштитни јажиња

- Проводник: наизменична струјаSR/A Анаизменична струја (пресек се дефинира со термичка струја за 57.6 MW + резерви)
- оптичко заземјувачко јаже како заштитно јаже за гром + оптика за телекомуникации/заштитни сигнали

8.3 Тежок терен (35%) – инженерски импликации

- поскапи/посложени темели (карпа/клизишта),
- потреба од пристапни патишта и платформи,
- евентуално хеликоптерска монтажа/специјална механизација,
- поголеми трошоци за експропријација/сервитут и заштита на животна средина.

8.4 Завршетоци и интерфејс

- На излезната страна во 110/35 kV TC: портали, LA, КНТ/НТ (ако е потребно), терминали за ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ
- Во 400/110 kV TC: приемно далекуводно поле со соодветни заштити и телекомуникациски интерфејс

9) Приклучување во новата 400/110 kV TC

- ВЕЦ се приклучува во 110 kV ниво со далекуводно поле.
 - Границата на разграничување (во радијален случај) типично е на порталните изолатори во TC на МЕПСО.
 - Се договараат:
 - заштита со далечинска комуникација/интертрип (ако е потребно),
 - АПВ логика и синхронизација,
 - комуникациски протоколи и телеметрија.
-

10) Приказ на трошоци (проценка за РС Македонија, вклучувајќи трансформатори)

Подолу е буџетска проценка (капитални трошоци) за приклучок, во EUR без ДДВ, со две сценарија:

- А) без уред за статичка компензација на реактивна моќ (само кондензаторски батерии / основна компензација)
- В) со уред за статичка компензација на реактивна моќ (ако студијата за приклучок го побара)

За референтни единични трошоци користам најмалата струја ER UIC индикатори за 110–150 kV надземни линии и нови AIS трафостаници (EU опсег)

Табела 1 – Основен приклучок (без STATCOM), EUR без ДДВ

Ставка	Количина	Единично (опсег)	Најверојатно
Студии, проектирање, дозволи, надзор (ТС + ДВ)	1	0.6–1.2 М	0.9 М
110/35 kV ТС – градежни, земјовод, ограда, зграда, DC/UPS	1	2.0–3.5 М	2.6 М
110 kV AIS построение (6 полиња: 2Т+мерно-спојно+L1+L2 резерва)	1	4.5–7.0 М	5.6 М
35 kV метал-обложено РП (20 влезни + секционирање/сервисни)	1	1.2–2.2 М	1.6 М
Заштита/мерење/SCADA/комуникации (вкл. RTU, телеметрија кон МЕРСО)	1	1.0–1.8 М	1.3 М
2× трансформатори 110/35 kV, 63 MVA (со OLTC), монтажа и тест	2	1.3–1.8 М	3.2 М
110 kV далекувод 13.8 km (35% тежок терен) – материјал+монтажа	13.8 km	0.325 М€/km за 110 kV, 2-цирк. па коригирано за терен)	5.2 М
ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ/заштита со далечинска комуникација терминали, спојки, OTDR, интеграции	1	0.3–0.7 М	0.45 М
Приемно 110 kV далекуводно поле во 400/110 kV ТС (ако е на товар на проектот)	1	0.8–1.6 М	1.2 М
Реактивна компензација (основно: кондензатори/реактори на 35 kV)	1	0.5–1.2 М	0.8 М
Испитувања, пуштање во работа, мерења на PQ/FRIT докази	1	0.2–0.6 М	0.4 М

Ставка	Количина	Единишно (опсег)	Најверојатно
Меѓузбир (најверојатно)			23.25 М
Непредвидени/резерва ($\approx 10\%$)			2.33 М
Вкупно без ДДВ (А)			≈ 25.6 М EUR

Табела 2 – Дополток ако е потребен STATCOM (динамичка компензација)

Опција	Типична големина	Опсег	Најверојатно
STATCOM на 35 kV	25–35 MVA _г	3.0–6.0 М	4.5 М

Тогаш вкупното станува:

- Вкупно без ДДВ (В) $\approx 25.6 + 4.5 = 30.1$ М EUR

ДДВ и валута (индикативно)

- Стандардна стапка на ДДВ во РС Македонија: 18%.
- Ако ДДВ се пресметува на целата сума:
 - А) со ДДВ $\approx 25.6 \times 1.18 = 30.2$ М EUR
 - В) со ДДВ $\approx 30.1 \times 1.18 = 35.5$ М EUR
- За груба конверзија: 1 EUR ≈ 61.5 MKD (фиксна/стабилна оска околу таа вредност).
 - А) ≈ 1.86 млрд MKD, В) ≈ 2.18 млрд MKD

**10. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ЗАЕДНИЧКИО ПРИКЛУЧОК НА ТРИ
ФОТОНАПОНСКИ ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛИ „МЕЈ ЕНЕРГИ 1“, „МЕЈ ЕНЕРГИ 2“ И „МЕЈ
ЕНЕРГИ 3“ И БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА
„МЕЈ ЕНЕРГИ 4“**

1) Концепт на заеднички приклучок

Заедничкиот приклучок на електропреносната мрежа за:

- ФЕЦ „Меј енерги 1“
- ФЕЦ „Меј енерги 2“
- ФЕЦ „Меј енерги 3“
- БСCEE „Меј Енерги 4“ (батериски систем за складирање)

се реализира преку трафостаница 110/35 kV (производна приклучна трафостаница), која ја собира целата произведена/складирана енергија на 35 kV и ја предава во 110 kV преносна мрежа преку едно 110 kV излезно далекуводно поле и нов 110 kV далекувод со должина ~7 km.

Овој пристап обезбедува:

- единствена точка на приклучување (PoC) кон преносната мрежа,
- јасна разграниченост на сопственост/одговорности (инвеститорска инфраструктура до PoC),
- централизирана заштита, мерење и систем за надзор и управување кон диспечерскиот систем согласно Мрежните правила на МЕРСО .

2) Примарна шема и поставеност на трафостаницата

2.1 110 kV дел (отворена расклопна опрема – AIS)

Поставеност (110 kV двор):

- 1× 110 kV излезно далекуводно поле (кон постоечки 110 kV систем преку новиот 7 km далекувод),
- 4× трансформаторски 110 kV полиња (по едно за секој 35/110 kV трансформатор).

Препорачана шинска шема (110 kV):

- една главна шина + секционирање (шински разделник) за подобра оперативност и одржување,
- можност за проширување со дополнително поле (резерва).

Опрема во типично 110 kV поле:

- 110 kV SF₆ прекинувач (ном. напон 123 kV),

- раздвојувачи (line/bus) и земјоспојник,
- струјни трансформатори (СТ) и напонски трансформатор/КНТ (НТ),
- одводници на пренапони,
- приклучоци за телекомуникација/заштита со далечинска комуникација преку ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ (на страната на далекуводното поле).

2.2 35 kV дел (внатрешна металоклопна расклопна опрема)

Поставеност (35 kV постројка):

- 6× 35 kV влезни далекуводни полиња (фидери) – наменети за приклучок на ФЕЦ/БССЕЕ (и/или резерви/идни проширувања),
- 4× 35 kV трансформаторски полиња (низконапонска страна на 4-те трансформатори).

Препорачана шинска шема (35 kV):

- една шина + шинска спојка/секционирање, за да може дел од шината да се исклучи без тотален застој.

Опрема во 35 kV поле:

- вакуумски прекинувач, извлекувачка изведба,
- СТ/НТ, заштитни релеи, мерни трансформатори,
- кабелски приклучоци/глава, кабелски канали и означување.

3) Трансформатори 35/110 kV (дел од приклучокот)

Во трафостаницата се предвидуваат четири енергетски трансформатори 35/110 kV:

- 1× 8 MVA
- 1× 5 MVA
- 1× 12 MVA
- 1× 40 MVA

Општи технички карактеристики (типично решение):

- трифазни, масло-изолирани, надворешна монтажа,
- векторска група (пример): YNd11 (или еквивалент по системска студија),
- OLTC на 110 kV страна (регулација на 35 kV шината), пример $\pm 10\%$ во чекори,
- ладење: ONAN (за помалите) и ONAN/ONAF (за 40 MVA),
- стандардна заштитна опрема: Бухолц, PRV, температури масло/намотки, ниво масло, мониторинг.

Забелешка: точните параметри (краткоспојна импеданса, tap-range, ВЛ и сл.) се финализираат по студија за приклучок/краток спој/флуks на моќност согласно барањата од МЕРСО .

4) Далекувод 110 kV (7 km, единечен)

Опис:

- 110 kV надземен далекувод, единечен коло, должина ~7 km,
- поврзување: од 110 kV далекуводно поле во новата ТС до дефинирана точка/постоечка ТС или приклучна точка на 110 kV мрежата (по услови од МЕРСО).

Типични технички елементи:

- столбови: челично-решетки или армирано-бетонски (по геологија и траса),
- проводник: наизменична струјаSR/ААнаизменична струја со соодветен пресек (термички капацитет согласно максимална извозна моќност),
- ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ (оптички заземјувачки јаже) за телекомуникација/заштита со далечинска комуникација,
- заземјување на столбови, заштита од атмосферски пренапони, координација на изолација.

5) Приклучување на ФЕЦ 1–3 и БСЕСЕ 4 на 35 kV

5.1 Фотоволтаични електроцентрали (ФЕЦ 1–3)

Секоја ФЕЦ типично има:

- инвертерски блокови (0,8 kV или 0,69 kV),
- покачувачки трансформатори до 35 kV,
- сопствен 35 kV извод (кабел/ОВЛ) до своето 35 kV влезно поле во заедничката ТС,
- мерни места и заштити за селективност со заштитниот систем на ТС.

5.2 Батериски систем „Меј Енерџи 4“

Батерискиот систем се приклучува на 35 kV преку:

- (двонасочни претворац(и)),
- покачувачки трансформатор(и) до 35 kV,
- сопствен 35 kV извод до посебно 35 kV поле.

Во документацијата кон МЕРСО, за склад (батериски систем) се бара прикажување на MW и MWh капацитет, како и релевантни технички податоци .

6) Заштита, управување, мерење и систем за надзор и управување

6.1 Заштита

- 110 kV далекувод: дистанчна заштита + заштита со далечинска комуникација (ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ), резервна прекумерна/земјоспојна.
- Трансформатори: диференцијална (87T), REF, прекумерна, термичка, Бухолц/PRV сигнализација.
- 35 kV фидери: прекумерна + земјоспојна (наочна по потреба), анти-островски функции (координирани со инвертери/PCS).
- (По потреба) шинска заштита на 110 kV и/или 35 kV (зависно од критичност и барања на операторот).

6.2 Мерење (енергетско и техничко)

- Главно мерно место на страната на 110 kV изводот (или по трансформатор/по договор со операторот),
- подмерење по ФЕЦ и БССЕЕ за внатрешни потреби и пресметка/алокација.

6.3 систем за надзор и управување и комуникации

- далечинска терминална единица/систем за надзор и управување во командна зграда,
- IEC 60870-5-104 (или барана протоколарна шема од МЕРСО),
- GPS синхронизација (NTP/IRIG-B), регистратор на настани/осцилографија,
- комуникациски линк преку оптичко заземјувачко јаже до диспечерски центар.

Овие барања се типично дел од процесот за приклучување и тестирање на усогласеност согласно Мрежните правила .

7) Помошни системи и градежен дел

- командна зграда (релеј, систем за надзор и управување, телекомуникации, помошно напојување),
- наизменична струја сопствена потрошувачка (0,4 kV) + сервисен трансформатор,
- еднонаочна струја систем (110/220 V) со батерии и полначи, UPS за критични товари,
- систем за заземјување (мрежест), ограда, пристапен пат, дренажа,
- противпожарна заштита и безбедност.

8) Приказ на трошоци (ориентационо, за РС Македонија)

Основи и извори за ориентација

- За 110 kV надземен далекувод во регионот се наведува ред на големина 0,208 милиони EUR/km за 110 kV – 2 кола . За единечен далекувод, практично се применува намалување (помал број проводници/изолација), па во пресметката е земено ~0,15 милиони EUR/km како реалистична ориентација.
- За референтни ЕУ индикатори, наизменична струја ER дава ULС за 110–150 kV ОБЛ (2 кола) и ориентири за трафостаници/трансформатори .
- Курс за пресметка: 1 EUR ≈ 61,53 MKD (НБРМ курс прикажан од Стопанска банка) .

Табела – капитални трошоци (без ДДВ), со вклучени трансформатори

Напомена: цените се ориентациони (планирање/идеен проект) и зависат од траса, геологија, пристапност, тип на опрема (AIS/GIS), барања за заштита со далечинска комуникација, како и услови од МЕРСО.

Ставка	Количина	Ед. цена (EUR)	Вкупно (EUR)
110 kV надземен далекувод 7 km (единечен коло) со ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЛАЖЕ	7 km	150.000	1.050.000
110 kV излезно далекуводно поле (AIS)	1	650.000	650.000
110 kV шински систем + 4 трансформаторски полиња (AIS)	1 компл.	2.600.000	2.600.000
35 kV влезни далекуводни полиња (вакуум), 6 полиња	6	120.000	720.000
35 kV трансформаторски полиња, 4 полиња	4	100.000	400.000
35 kV шинска спојка/секционирање + мерни полиња	1 компл.	350.000	350.000
Трансформатор 35/110 kV 8 MVA	1	450.000	450.000
Трансформатор 35/110 kV 5 MVA	1	350.000	350.000
Трансформатор 35/110 kV 12 MVA	1	550.000	550.000
Трансформатор 35/110 kV 40 MVA	1	1.350.000	1.350.000
Заштити, управување, SCADA, телекомуникации (RTU, заштита со далечинска комуникација, синхронизација)	1 компл.	950.000	950.000
Помошни системи (AC/DC, батерии, UPS, осветлување, ППЗ)	1 компл.	450.000	450.000
Градежни работи (терен, ограда, патишта, темели, командна зграда, кабелски канали)	1 компл.	1.800.000	1.800.000
Систем за заземјување и громобранска заштита	1 компл.	350.000	350.000

Ставка	Количина	Ед. цена (EUR)	Вкупно (EUR)
Проектирање, ревизија, дозволи, надзор	1 компл.	600.000	600.000
Испитување, пуштање во работа и примопредавање	1 компл.	350.000	350.000
Подзбир (без ДДВ): ~12,97 милиони EUR (~798,0 милиони MKD)			
Непредвидени (10%): ~1,30 милиони EUR			
ВКУПНО (без ДДВ): ~14,27 милиони EUR (~877,8 милиони MKD)			
Ако се прикаже и ДДВ 18% (кога е применливо):			
ВКУПНО со ДДВ: ~16,84 милиони EUR (~1.036 милијарди MKD)			

11. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ФОТОНАПОНСКА ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА „СТРАЧИНИЦИ“

1) Основни податоци и концепт на приклучок

Фотонапонската електроцентрала „СТРАЧИНИЦИ СОЛАР“ е со инсталирана моќност 157,5 MW, со интегрирано батериско складиште (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) со инсталирана моќност 55 MW. Електраната се приклучува на електропреносната мрежа (110 kV ниво) преку новоизградена трафостаница 110/35 kV, со два енергетски трансформатора 110/35 kV, по 125 MVA.

Концептот е:

- 35 kV колекторски систем (од ФВ инвертерски блокови и PCS од БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) →
- 35/110 kV трансформација (2×125 MVA) →
- 110 kV постројка со 2 линиски полиња и 2 трансформаторски полиња →
- приклучен двоен 110 kV далекувод (двосистемски) со должина 8,5 km до најблиска точка/јазол на 110 kV мрежата.

2) Точка на приклучок и граница на сопственост/одговорност

Бидејќи приклучокот е преку нова 110/35 kV ТС и нов 110 kV далекувод, најчесто станува збор за радијален приклучок, при што трафостаницата со радијалните водови припаѓа на корисникот, а границата на разграничување е на напонските изолатори на порталниот систем во ТС што припаѓа на МЕПСО. МЕПСО, како сопственик и оператор на преносната мрежа, ги применува правилата за 110 kV нивото и за делови од постројки на 110 kV и повисоко кои се во сопственост/експлоатација на корисници.

3) Опис на 110/35 kV трафостаница (електрична шема и постројки)

3.1 Предлог еднополна шема (функционално)

35 kV: 35 влезни полиња (ФВ блокови/кабли/водови) + полиња за БАТЕРИСКИ СИСТЕМ (PCS) → 35 kV собирници (2 секции) — спојно поле

2 × TP 35/110 kV (125 MVA)

110 kV: собирници (1 или 2 секции) — спојно/секцијно поле

| линиско поле L1 → двоен 110 kV далекувод 8.5 km → преносен јазол

| линиско поле L2 → второ излезно поле (резерва/идно прстенување)

| 2 × трансформаторски полиња (TR1, TR2)

Забелешка: Точниот тип на шема (единечни/двосекциски собирници, број на спојни полиња) се усогласува со МЕПСО и со барањата за сигурност/одржување.

3.2 110 kV постројка (AIS)

Поставеност (според барањето):

- 2 излезни 110 kV далекуводни полиња
- 2 трансформаторски полиња

Типично секое 110 kV поле содржи:

- 110 kV прекинувач (SF₆), раздвојувачи, заземјувачи
- мерни трансформатори (СТ/НТ), одводници
- портална конструкција, спојки кон собирници, меѓуповрзувачки проводници
- локално управување, меѓузаклучувања, сигнализација

Димензионирање:

- номинални струн/термички и динамички краткоспојни издржливости се избираат според краткоспојната моќност/струја на 110 kV јазолот што ќе ја дефинира МЕПСО (во Услови за приклучок) и според концептот за заземјување/изолациона координација.

3.3 35 kV постројка

Поставеност (според барањето):

- 35 kV влезни далекуводни полиња: 35 (од колекторските водови/кабли на ФВ блокови; плус практично се додаваат и полиња за БАТЕРИСКИ СИСТЕМ, секцисно/спојно поле, мерно поле – во проектот се дефинира точниот број панели)

Типично секое 35 kV поле содржи:

- вакуум прекинувач, раздвојувачи/заземјувачи (по конструкција)
- СТ/ПТ (или сензори), мерно-заштитни релеи, сигнализација
- кабловски завршетоци, заштита од пренапони

Собирници: поради голем број влезови, практично решение е двосекциски 35 kV собирници со спојно поле, за одржување и изолирање на дефекти со минимален прекин.

3.4 Енергетски трансформатори 110/35 kV (2×125 MVA)

Трансформаторите се:

- 35/110 kV (110/35 kV), 125 MVA секој, со можност за работа паралелно.
- со регулација под оптоварување (OLTC/РПН) за одржување на напонските услови на 35 kV и/или 110 kV страна (согласно договорениот режим со МЕПСО).

Н-1 аспект: вкупно 250 MVA обезбедува нормална експлоатација и простор за управување со реактивна моќност; при испад на еден трансформатор, извозот може да се ограничи на ниво согласно термичката моќност на преостанатиот трансформатор (оперативно правило во систем за управување со енергија/PPC).

3.5 Сопствени потрошувачи и помошни системи

ТС вклучува:

- најзменична струја сопствени потрошувачи (0,4 kV развод, напојување на погони, осветлување, грење/вентилација)
- еднонасочна струја систем (батерии 110/220 V еднонасочна струја, полначи) за управување и исклучување
- UPS за критични системи (систем за надзор и управување/телефонокомуникации)
- ПП системи (за трансформаторски јами/кади, детекција, противпожарни сидови каде е применливо)
- заземјувачка мрежа и мерки за допирен/чекорен напон (EN 50522/IEEE 80).

4) Приклучен двоен 110 kV далекувод (8,5 km)

Од едно од 110 kV линиските полиња се изведува двосистемски (двоен) 110 kV далекувод со должина 8,5 km до избран преносен јазол/постоечка 110 kV ТС или линиска врска.

Типично решение:

- надземен вод со челничко-решеткасти столбови или цевни столбови (според траса/терен)
- оптичко заземјувачко јаже (оптички заземјувачки проводник) за телекомуникација/заштита со далечинска комуникација + еден/два фазни проводници по систем
- заштитен појас, пристапни патишта и темели по геомеханички услови.

5) Заштита, управување, мерење и телекомуникации

5.1 Релејна заштита (типичен концепт)

МЕНИСО е одговорен да го дефинира концептот и поставките на заштитата на спрегата меѓу системот и корисникот, така што да не биде влијасна од ризици од соседни системи/постројки.

Практично се предвидува:

- 110 kV далекувод: дистанчна заштита + земјоспој, заштита со далечинска комуникација (POTT/PUTT/DT), АПВ (ако е дозволено)
- трансформатори: диференцијална (87T), Бухолц, термичка, прекумерна струја/земјоспој, заштита од пренапон
- собирници: собирничка диференцијална (87B) и грешка на прекинувач (50BF) каде е применливо
- 35 kV изводи: прекумерна струја/земјоспој, насочни функции каде треба, заштита од пренапони
- синхро-чек и услови за вклучување.

5.2 систем за надзор и управување/далечинска терминална единица, далечинско управување и мерење

Во согласност со договорот за пристап и користење, МЕНИСО утврдува правила и технички барања, вклучително и квалитет на енергија (напон/фреквенција, минимален $\cos\phi$, хармоници, фликер) и барања за напонска и реактивна регулација.

Се предвидува:

- далечинска терминална единица/систем за надзор и управување со далечинско читање и управување (типично IEC 60870-5-104 кон диспечер; IEC 61850 во ТС)
- мерење на граница на приклучок (фактурно/мерно мерење со класа согласно законска метрологија и барања на оператор)
- снимање на настани/осцилографи, квалитет на енергија (PQ анализатор) по барање
- комуникација преку оптика (оптичко заземјувачко јаже) по 110 kV далекувод.

6) Интеграција на PV + БАТЕРИСКИ СИСТЕМ во режим на работа кон мрежата (PPC/систем за управување со енергија)

ФВ електроцентралата и БАТЕРИСКИ СИСТЕМ заеднички се управуваат преку Power Plant Controller / систем за управување со енергија, кој во реално време:

- го ограничува/распделува активниот извоз за да не се надминат договорените граници и термички капацитети на ТР и постројките
- обезбедува брза регулација на активна моќност (рамп-рејт, израмнување)
- користи БАТЕРИСКИ СИСТЕМ за услуги кон системот (брза резерва/фреквенциски одговор – ако се договори).

Во делот на реактивна моќност, МЕПСО во одобрението за приклучок може да дефинира работна точка како: $\cos\phi$, Q (Mvar) или напонски опсег (kV). За ФВ парк, се бара способност за автоматско обезбедување реактивна моќност во режими: напонска регулација, Q -регулација или $\cos\phi$ -регулација, и напонски сет-поинт во опсег 0,95–1,05 pu (со дефинирани чекори/нагиб).

7) Испитувања и пуштање во работа

Пред финален приклучок се изведуваат:

- примарни и секундарни тестови на опрема (прекинувачи, мерни ТР, заземјување)
- фабрички/теренски тестови на трансформатори (дielekтрични, омски, трансформационен однос, OLTC)
- функционални тестови на заштита и заштита со далечинска комуникација, систем за надзор и управување/комуникации, мерни системи
- пробна работа со симулација на сет-поинти (P/Q/U) и PQ верификација, согласно барањата од договорот/условите на МЕПСО.

8) Приказ на трошоци (адаптирани за изведба во РС Македонија)

Опфат: трошоците подолу се за приклучокот (110/35 kV TC + 110 kV далекувод 8,5 km) и ги вклучуваат трансформаторите.

Не се вклучени: внатрешна ФВ/BECS опрема (панели, инвертери, PCS, колекторски 35 kV кабли/водови до TC ако не се дел од приклучокот), како и евентуални проширувања на приемната 110 kV TC (ако МЕПСО бара дополнителни линиски полиња на „другиот крај“).

Референци за единични трошоци (ориентационо):

- наизменична струјаER индикатори за единични инвестициони трошоци даваат за 110–150 kV двосистемски надземен далекувод просечно 0,325 милиони EUR/km (медијана 0,26).
- наизменична струјаER дава и редови за трансформатори по напонски нивоа (како ориентир за опсег), напр. 150/60 kV ~1,212 милиони EUR/парче (просек).

- Пресметката е „локално адаптирана“ со реални балкански изведбени претпоставки (градежни работи и работна рака пониски од ЕУ просек, но опрема претежно увозна).

Курс за конверзија: користен е среден курс 1 EUR = 61,5790 MKD (20.01.2026).

Ставка	Износ (милиони EUR)	Износ (милиони MKD)
110 kV AIS постројка (2 линиски + 2 ТР полиња + спојно/секционо полиње, собирници)	4,80	295,58
35 kV внатрешна постројка (≈40 полиња – 35 влезни – ТР доводи – секција/спојно и мерење)	3,90	240,16
Енергетски трансформатори 2×125 MVA 110/35 kV (со OLTC, масло/кади, монтажа)	3,00	184,74
Релејна заштита, управување, SCADA/RTU, мерење, телекомуникации	1,40	86,21
Сопствени потрошувачи (AC/DC системи, батерии, UPS, дизел-агрегат)	0,50	30,79
Градежно-градежни работи (темели, зграда, ограда, патишта, дренажа, ПП системи)	2,80	172,42
Двоен 110 kV далекувод 8,5 km (столбови, проводници, оптичко заземјувачко јаже, темели, траса/ROW)	3,30	203,21
Испитувања и пуштање во работа	0,50	30,79
Проектирање, дозволи, надзор (≈7%)	1,40	86,21
Неспредвидени (10%)	2,16	133,01
ВКУПНО (приклучок)	23,76	1.463,12

12. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ЗАЕДНИЧКИ ПРИКЛУЧОК НА ФОТОНАПОНСКА ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА „ПОЛИЕСТЕРДЕЈ 6“, ФОТОНАПОНСКА ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА „ПОЛИЕСТЕРДЕЈ 7“, БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ПОЛИЕСТЕРДЕЈ СОЛАР 1“, БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ПОЛИЕСТЕРДЕЈ СОЛАР 6“, БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ПОЛИЕСТЕРДЕЈ ВИЗБЕГОВО 7“, БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ПОЛИЕСТЕРДЕЈ ВИЗБЕГОВО 3“, БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ПОЛИЕСТЕРДЕЈ ВИЗБЕГОВО 5“

1) Предмет и опфат на приклучокот

Овој технички опис се однесува на заеднички (групен) приклучок на електродистрибутивната мрежа за следните постројки:

Фотонапонски електроцентрали (ФНЕЦ):

- ФНЕЦ „ПОЛИЕСТЕРДЕЈ ВИЗБЕГОВО 6“ – 0.5 MW
- ФНЕЦ „ПОЛИЕСТЕРДЕЈ ВИЗБЕГОВО 7“ – 0.95 MW

ФНЕЦ со складиште на електрична енергија (БЕС/БАТ системи):

- ФНЕЦ „ПОЛИЕСТЕРДЕЈ ВИЗБЕГОВО 5“ + БЕС – 1.29 MW
- ФНЕЦ „ПОЛИЕСТЕРДЕЈ ВИЗБЕГОВО 3“ + БЕС – 0.43 MW
- ФНЕЦ „ПОЛИЕСТЕРДЕЈ ВИЗБЕГОВО 7“ + БЕС – 1.72 MW
- ФНЕЦ „ПОЛИЕСТЕРДЕЈ ВИЗБЕГОВО 6“ + БЕС – 0.5 MW
- ФНЕЦ „ПОЛИЕСТЕРДЕЈ ВИЗБЕГОВО 1“ + БЕС – 0.3 MW

Приклучувањето се изведува преку постоечка трафостаница 35/0.69 kV, која се проширува со нов трансформатор 1.6 MVA. Просечното растојание помеѓу постоечката ТС и поединечните ФНЕЦ/БЕС точки е ~500 m (кабелски траси).

Напомена за заеднички приклучок: при заедничко приклучување на повеќе електрани на ист приклучок, операторот на ДС врши анализа и ги разгледува режимите/влијанијата за сите единици во точката на приклучување.

2) Точка на приклучување и концепт на „заеднички приклучок“

2.1 Точка на приклучување (точка на приклучување)

Точката на приклучување (точка на приклучување) се дефинира на 35 kV страната во постоечката трафостаница (на 35 kV развод/ќелија), каде се врши:

- галванско одвојување од мрежата преку 35 kV прекинувач/ќелија,
- мерење (пресметковно мерно место) и/или мерни трансформатори,
- реализација на заштитите и далечинско исклучување по барање на ОДС.

Номиналниот напон за среднонапонска дистрибутивна мрежа во РСМ вклучува 35 kV (во рамки на МКС EN 50160).

2.2 Основна еднополна шема (описно)

35 kV ДС (извод/фидер) → 35 kV ќелија со VCB + заштита/мерење → Трансформатор 35/0.69 kV, 1.6 MVA → 0.69 kV главна разводна табла → изводи кон:

- ФНЕЦ 6 (0.5 MW)
 - ФНЕЦ 7 (0.95 MW)
 - ФНЕЦ+БЕС 5 (1.29 MW)
 - ФНЕЦ+БЕС 3 (0.43 MW)
 - ФНЕЦ+БЕС 7 (1.72 MW)
 - ФНЕЦ+БЕС 6 (0.5 MW)
 - ФНЕЦ+БЕС 1 (0.3 MW)
 - (резерва)
-

3) Проширување на постоечката 35/0.69 kV трафостаница

3.1 Нов трансформатор 1.6 MVA (дел од приклучокот)

Предвиден е енергетски/дистрибутивен трансформатор 35/0.69 kV, 1.6 MVA, со стандардни приклучни и заштитни уреди (температурна заштита, притисочен вентил, ниво на масло, по потреба Бухолц/DMCR во зависност од типот, приклучни изолатори, заземјување на котел и јадро).

Градежни работи: темелна плоча, масло-када со дренажа/сепаратор (ако се бара), пристапна патека за сервис, заштитна ограда/сигнализација.

3.2 35 kV дел (келија/поле за трансформатор)

Се предвидува ново 35 kV поле (или искористување слободно поле + доградба), кое типично содржи:

- вакуумски прекинувач (VCB),
- разводник/одвојувач и заземјувач,
- струјни трансформатори (ТТ) за заштита и мерење,
- напонски трансформатор (НТ) ако е потребен за мерење/заштита,
- релејна заштита (О/К, З/К, земјоспој, резервна функција) и комуникација со ОДС.

3.3 0.69 kV дел (главна разводна табла)

Се предвидува главна 0.69 kV табла (busbar) со:

- главен влезен прекинувач (наизменична струјаВ) димензиониран за трансформаторот,
- изводни прекинувачи (МССВ/наизменична струјаВ) за секоја ФНЕЦ/БЕС гранка,
- мерење на гранки (техничко) и сигнализација,
- пренапонска заштита (SPD) и систем за селективност.

4) Кабелски врски (просечно 500 m)

Се предвидуваат подземни кабелски траси од постоечката ТС до поединечните постројки, просечно ~500 m по гранка. Типична изведба:

- ископ и ров (стандардна длабочина според проект/услови),
- песок, постелка, механичка заштита (плочи/цевки каде треба),
- предупредувачка лента, повратен насип и санација на терен,
- кабелски завршетоци/спојки во ТС и кај постројките.

Димензионирањето на каблите (пресек/паралелни водови) се врши врз база на дозволена струја, пад на напон, загуби и услови на полагање. Поради тоа што имате повеќе единици на заеднички приклучок, се препорачува и оперативна шема/систем за управување со енергија (види т.6) за да се осигури дека во точка на приклучување не се надминува договорената моќност на приклучокот.

5) Услови за квалитет на електрична енергија и усогласеност

5.1 Напонски граници и отстапувања

За 35 kV мрежа, напонот на местото на приклучување треба да е во граници 31.5 kV до 38 kV.

5.2 Транзиентни промени на напон

Дозволен транзиентни промени (ориентациски, според режим/фреквенција на комутации) се дефинирани со лимити (на пр. 2%/3%/6% во зависност од условите).

5.3 Хармоници, фликери, несиметрија

На местото на приклучување важат барања за квалитет на напон, вклучително:

- THD на напон до 40-ти хармоник $< 8\%$ (95% од 10-мин интервали, неделно)
- фликер индекси $Pst \leq 0.8$ и $Plt \leq 0.5$
- несиметрија на напон: $\leq 2\%$ (CH) и $\leq 3\%$ (HN)

5.4 Фактор на моќност (cosφ)

Во дистрибутивниот систем, факторот на моќност треба да се одржува во граници 0.95 индуктивно до 1.0.

5.5 Одговорност за квалитет

Квалитетот на електрична енергија на местото на приклучување на производител е одговорност на самиот производител.

6) Управување со активна/реактивна моќност (систем за управување со енергија) за „заеднички приклучок“

Бидејќи приклучокот е групен, практично решение е централен кој:

- ја следи активната и реактивната моќност во точка на приклучување,
- управува со ФНЕЦ инвертери и БЕС PCS
- имплементира лимит на извозна моќност (баланс со БЕС) согласно договорената/технички дозволена моќност на приклучокот,
- ја одржува зададената функција за cosφ или Q(U) (ако ОДС побара).

Ова е особено важно кога има повеќе независни единици (ФНЕЦ и БЕС) кои споделуваат ист трансформатор/ист точка на приклучување.

7) Заштити, автоматика и исклучување

Типично (финално според барања на ОДС и селективност):

- 35 kV: максимална струјна, земјоспојна, резервна/бек-ап, над/под-напон и над/под-фреквенција (како системски услов), командно далечинско исклучување од ОДС,
- 0.69 kV: селективна заштита по изводи (краток спој, преоптоварување, земјоспој), SPD пренапонска заштита,
- анти-островски режим: преку вградените функции на инвертери/PCS и дополнителни релени ако ОДС побара,
- сигнализација и запис на настани (дневник на настани) во далечинска терминална единица/систем за надзор и управување.

8) Мерење и комуникација со ОДС

- Во точка на приклучување се предвидува пресметковно мерно место (двонасочно, со далечинско читање ако е услов), мерни ТТ/НТ и пломбирање.
- За повеќе постројки зад еден точка на приклучување: внатрешно може да се постават подмерања (технички/комерцијални по потреба) за распределба по единици, но пресметковното мерно место за ОДС е во точка на приклучување.

За постапката, ОДС бара стандардни документи (меѓу кои еднополна електрична шема како клучен прилог).

9) Испитувања и пуштање во работа

Минимум:

- кабли: изолациско мерење + тест според ниво (за СН типично многу ниска фреквенција),
 - трансформатор: фабрички тестови + приемни (ratio, winding resistance, insulation, функц. аларми),
 - релејна заштита: секундарни тестови и проверки на логики за исклучување,
 - функционален тест на систем за управување со енергија (лимит на точка на приклучување, cosφ режим),
 - пробна работа и записници за примопредавање.
-

10) Приказ на трошоци (ориентациски) адаптирани за РС Македонија

Ова е буџетска проценка за приклучокот (материјал + изведба + тестирања), со вклучен трансформаторот 1.6 MVA. Точните суми зависат од: конечна шема (број на изводи), пресек/број на паралелни кабли, услови на терен, барања на ОДС, и понуди од добавувачи.

За ориентација, цената на НН подземен кабел NAYY 4×240 во регионот се среќава околу ~24–43 EUR/m (зависно од добавувачи/услови/суртици). За 1600 kVA трансформатори, објавени ориентациски опсези за „стандардни“ единици (со пониски НВ нивоа) се околу 18k–45k USD, при што за 35 kV класа и проектни услови вредноста во пракса најчесто е повисока (спецификација, изолационо ниво, додатоци, транспорт).

10.1 Табела – ориентациски капитални трошоци (EUR)

Ставка	Кол.	Ед. (EUR)	цена (EUR)	Износ (EUR)
Проектна документација, елаборати, дозволи, координација со ОДС	1	15,000		15,000
Трансформатор 35/0.69 kV, 1.6 MVA (набавка)	1	70,000		70,000
Монтажа/пуштање во работа на трансформатор + масло/аксесоари	1	8,000		8,000
35 kV ќелија/полс (VCB) со заштита и мерни ТТ/НТ	1	30,000		30,000
0.69 kV главна разводна табла ~2000 A (инкомер + ~8 изводи)	1	35,000		35,000
Заштита/автоматика, RTU/SCADA интерфејс, телеметрија	1	15,000		15,000
Двонасочно пресметковно мерно место (класа 0.2S) + комуникација	1	7,000		7,000
НН кабли (ориентациски NAYY 4 ×240) – материјал	3,500 m	25		87,500
Кабелски завршетоци/спојки/кабелски глави и материјали	1	12,000		12,000
Ископ/полагање/песок/обележување/санација – траса ~3.5 km	3,500 m	35		122,500
Темели, масло-када, дренажа, ограда, заземјување во ТС, пожарна заштита	1	20,000		20,000
Испитувања, реле-тест, примопредавање	1	10,000		10,000
Месгузбир				432,000
Ставка	Кол.	Ед. (EUR)	цена (EUR)	Износ (EUR)
Непредвидени (10%)				43,200
Вкупно (ориентациски)				475,200 EUR

Во MKD (ориентациски, 1 EUR ≈ 61.5 MKD): $475,200 \times 61.5 = 29,224,800$ MKD

13. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ЕУРОВИА“

Подолу е детален технички опис за проширување на постоечкиот приклучок на ФЕЦ „ЕУРОВИА“ (индустриска зона Којлија, Општина Петровец) со цел приклучување на складиште на електрична енергија (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) со инсталирана активна моќност 1.5 MW, при што се предвидува:

- користење на постоечка точка на приклучување на ФЕЦ „ЕУРОВИА“,
- додавање енергетски трансформатор 1.6 MVA,
- изградба на дополнителна внатрешна НН инсталација 0.63 kV, $L \approx 300$ m.

1) Општо и основни параметри

Инвеститор/објект: ФЕЦ „ЕУРОВИА“ – проширување со складиште (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ)

Локација: индустриска зона Којлија, Општина Петровец

Намена: складирање и управувана испорака/апсорпција на енергија преку постојниот приклучок на ФЕЦ

Основни електроенергетски параметри (за димензионирање):

- Номинална активна моќност на БАТЕРИСКИ СИСТЕМ (наизменична струја): $P = 1.5$ MW
- Номинален НН напон: $U = 0.63$ kV
- Предвиден трансформатор: $S = 1.6$ MVA
- Номинален НН струен товар (ориентациски):

$I \approx S3 U = 1.6 \text{ MVA} / 0.63 \text{ kV} \approx 1466$

(ова е струјата по која треба да се димензионира НН водот и разводот)

2) Постоечка состојба (приклучок на ФЕЦ „ЕУРОВИА“)

Постоечката ФЕЦ е веќе приклучена на дистрибутивната мрежа преку постоечка точка на приклучување (ПОП) и постоечка мерна/заштитна опрема. Проширувањето со БАТЕРИСКИ СИСТЕМ се врши зад постојната ПОП, со додавање нов трансформатор и НН внатрешна инсталација.

Според Мрежните правила за дистрибуција, ОДС:

- дефинира/потврдува технички услови за приклучување и потребни нови елементи,
- бара опремата да ги задоволува соодветните ИЕС стандарди и параметри (номинален напон/струја/струја на куса врска). Воедно, за приклучување на производители/објекти со инвертори се бара единствен прекинувач/исклучување со кој се исклучуваат сите постројки (релевантно кога има повеќе инверторски единици).

3) Концепт на проширување (нови елементи)

3.1 Еднополна функционална шема (описно)

БАТЕРИСКИ СИСТЕМ (PCS/инверторски модули, 0.63 kV) → НН главна разводна табла 0.63 kV (GRT) → НН кабелски вод 0.63 kV, $L \approx 300$ m → Трансформатор 1.6 MVA (0.63 kV / SN) → постоечка SN постројка/извод (приклучок на ФЕЦ) → дистрибутивна мрежа

Забелешка: среднонапонското ниво (на пр. 10 kV или 20 kV) е исто како постоечкото. Во Мрежните правила се наведени дозволени напонски граници по ниво (10/20/35 kV).

3.2 Трансформатор 1.6 MVA – технички барања (препорака)

- Номинална моќност: 1600 kVA

- Напони: SN / 0.63 kV (SN согласно постоечката мрежа/приклучок)
- Векторска група: типично Dyn11 (или според системската шема/услови на ОДС)
- Регулација: оф-лајн тапови (на пр. $\pm 2 \times 2.5\%$ или слично)
- Импеданса uk: типично $\sim 6\%$ (за ограничување на краткоспојни струи)
- Изведба: масло-импрегниран херметички или сув (според услови за пожар/простор)
- Опрема: термометар/RTD, Бухолц (ако е конзерваторски), притисочен вентил, приклучници за мерења, таблички, заземјување, маслоуловна када (ако е маслен)

3.3 Дополнителна НН инсталација 0.63 kV (300 m)

Поради високата струја (ред 1.4–1.5 kA), за 0.63 kV на 300 m се препорачува паралелно водење на повеќе едножилни кабли по фаза (или шинопровод).

Препорачана варијанта (робусна, со резерва):

- Кабли: Al, XLPE/PVC 0.6/1 kV, $1 \times 630 \text{ mm}^2$
- Конфигурација: 3 паралели по фаза $\rightarrow$ вкупно 9 едножилни кабли $\times 300 \text{ m} = 2700 \text{ m}$
- Причина: ориентациски капацитет во земја за $1 \times 630 \text{ mm}^2$ Al е $\sim 705 \text{ A}$ (по кабел), па 3 паралели даваат ред $\sim 2115 \text{ A}$ и обезбедуваат резерва за загревање/групирање.

Полагање (типична пракса):

- кабелски ров/канал со песочна постелка, заштитни плочи, предупредувачка лента,
- минимални радиуси на свиткување и меѓусебни растојанија според производител,
- означување, траса, геодетски снимки

4) Заштита, автоматика и управување

4.1 SN страна (на трансформаторскиот извод)

- Прекинувач/товарен прекинувач (или SN ќелија/извод од постоечкиот SN развод) со:
 - надструјна и земјоспојна заштита (50/51, 50N/51N),
 - по потреба насочна земјоспојна (67N) ако мрежата/ОДС бара,
 - можност за далечинско исклучување (интерлок со ОДС).

4.2 НН страна (0.63 kV)

- Главен НН прекинувач 2000–2500 A (наизменична струјаВ) со селективни заштити:
 - $I>$, $I>>$, земјоспој, термичка, под/наднапон (по потреба),
 - мерење на P, Q, U, I, f (локално + систем за надзор и управување).

4.3 Анти-островска работа и услови за квалитет

- Инвертор/PCS мора да работи според технички дозволени карактеристики на ОДС (листа на дозволени карактеристики).
- Квалитетот на електричната енергија на местото на приклучување на производител е одговорност на производителот (хармоници, фликер, фактор на моќност и сл.).
- систем за управување со енергија мора да обезбеди:
 - ограничување на извоз (ако постојниот приклучок има договорна граница),
 - управување со $Q / \cos\phi$ по барање на ОДС,
 - логики за безбедно исклучување.

5) Мерење и интерфејс со ОДС

- Мерното место/мерната конфигурација (вклучително и евентуално двонасочно мерење за увоз/извоз при полнење/празнење) се дефинираат од ОДС во согласноста/решението и техничкото решение.
- ОДС е должен во прилог на согласноста да даде детална проценка на трошоците за приклучување (регулираниот дел/делот што го дефинира ОДС).

6) Заземјување и громобранска заштита

- Изведба на прстенесто заземјување (FeZn лента/проводник), поврзување на:
 - трансформаторска када/рам,
 - НН табла, кабловски екрани/оклопи,
 - метални конструкции на контејнери/PCS,
 - громобранска инсталација.
- Еквипотенцијално поврзување за намалување на допирни/чекорни напони, согласно меѓународни и европски стандарди и проектни пресметки.

7) Испитувања и пуштање во работа (комисионирање)

Минимум:

- мерење изолатија на НН водови, фазирање,
- HV тестови/испитувања на трансформатор (сертификати + приемни тестови),
- тест на заштити и селективност (secondary injection / функционален тест),
- проверка на анти-островска функција и реакција на U/f отстапувања,

- пробен погон со сценарија: празнење, полнење, ограничување на извоз, исклучување по команда.

8) Приказ на трошоци (ориентациски), адаптирани за изведба во РСМ

Подолу е ориентациска пресметка за *проширување на приклучокот* со трансформатор 1.6 MVA и НН 0.63 kV инсталација 300 m (со 3 паралели 1×630 mm² Al по фаза). Цените се буџетски и се прецизираат со понуди, трасировка и услови од ОДС.

Конверзија: користен е среден курс 1 EUR ≈ 61.53 MKD (НБРСМ како што е прикажано во курсна листа на Комерцијална банка).

8.1 Ставки (EUR, без ДДВ)

Бр.	Опис	Количина	Ед. цена	Износ
1	Енергетски трансформатор 1.6 MVA (SN/0.63 kV) – набавка и испорака	1 компл.	45,000	45,000
2	SN ќелија/адаптација на постоечки SN развод за нов трансформатор (24 kV, 630 A) + заштита	1 компл.	12,000	12,000
3	НН главна разводна табла 0.63 kV, 2500 A, Icu ≥ 65 kA, мерење	1 компл.	17,000	17,000
4	НН кабел 0.6/1 kV Al 1×630 mm ² – 3 паралели/фаза, 2700 m (материјал)	2700 m	15.4	41,580
5	Кабелски завршетоци, папучи, спојки (комплет)	1 компл.	3,500	3,500
6	Фундаменти/постамент, маслоуловна када и дренажа за трансформатор	1 компл.	6,000	6,000
7	Кабелски ров/канализација и поставување 0.63 kV кабли (300 m)	1 компл.	18,000	18,000
8	Заземјување, еквипотенцијализација и громобранска заштита	1 компл.	4,500	4,500
9	Далечински сигнализацион/комуникација до ОДС (RTU/модем, I/O)	1 компл.	3,000	3,000
10	Испитувања, мерења, релејни подесувања, пуштање во работа	1 компл.	4,500	4,500
11	Проектна документација, ревизија, надзор, административни трошоци	1 компл.	9,000	9,000
Меѓузбир (без ДДВ):			164,080	EUR
Непредвидени (10%):			16,408	EUR
Вкупно (без ДДВ):			180,488	EUR
Вкупно со ДДВ 18%: 212,976 EUR				

Во МКД (со 61.53 MKD/EUR):

- Вкупно без ДДВ: ≈ 11,105,427 MKD
- Вкупно со ДДВ: ≈ 13,104,403 MKD

14. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ЕВН ЕЛЕКТРАНИ 1“

1) Опфат и основна конфигурација на приклучок (1.5 MW, 20 kV)

Складиштето на електрична енергија (СЕЕ) „ЕВН ЕЛЕКТРАНИ“ со инсталирана активна моќност $P = 1.5 \text{ MW}$ се приклучува на среднонапонско (СН) ниво 20 kV преку сопствена трансформаторска станица и СН расклопна опрема. За ваков објект е потребно Решение за согласност за приклучување, а експлицитно се наведува дека согласност е потребна и при „инсталирање на уред за складирање на електрична енергија“ и дека барањето се поднесува преку електронска платформа на Електродистрибуција.

Еднополна (текстуална) шема

20 kV дистрибутивна мрежа $\rightarrow$ ($2 \times$ далекуводна ќелија) $\rightarrow$ СН шински систем $\rightarrow$ мерно-спојна ќелија $\rightarrow$ трафо ќелија $\rightarrow$ трансформатор 20/0.63 kV, 1.6 MVA $\rightarrow$ НН 0.63 kV кабелска/шинска врска 150 m $\rightarrow$ PCS/БАТЕРИСКИ СИСТЕМ

Забелешка: Двете „изводни далекуводни ќелии“ најчесто се користат за „линија-влез/линија-излез“ (прстенеста/петласта врска) или за два независни изводи – конечната намена ја дефинира ОДС во условите за приклучување.

2) Номинални електрични параметри (за димензионирање)

- СН страна (20 kV): Ориентациона струја при 1.5 MW:

$$I_{20kV} \approx \frac{1.5 \text{ MW}}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ kV} \cdot \cos \varphi} \rightarrow \sim 45\text{--}50 \text{ A (за } \cos \varphi 0.95\text{--}1.0).$$
- Трансформатор (1.6 MVA):
 Номинална СН струја: $I_{HV} = \frac{1.6}{\sqrt{3} \cdot 20} \approx 46 \text{ A}$ (типични вредности се во овој ред).
- НН страна (0.63 kV):
 Номинална струја: $\sim 1466 \text{ A} \rightarrow$ бара паралелни кабли или шинопровод (шинопровод) за 150 m.

3) Главна опрема и технички барања

3.1 Трансформатор 1.6 MVA (дел од приклучокот)

- Тип: дистрибутивен, масло-потопен (ONAN), 50 Hz, 20/0.63 kV, вектор група типично Dyn11 (или според барања на ОДС/производител на PCS).
- Регулација: оф-циркулт тапови (на пр. $\pm 2 \times 2.5\%$) за фино усогласување на напонот.
- Импеданса u_k : типично $\sim 6\%$ (влијае на краткоспојна струја на 0.63 kV; типични спецификации за 1600 kVA трансформатори се со u_k околу 6%).
- Ефикасност/губитоци: да се специфицира според важечки EN/IEC барања и технички услови на ОДС.
- Прибор/заштити: термометри (масло/намотки), релјефен вентил, показател ниво масло, приклучни кутии, заземјување, (по потреба) Бухолц ако е со конзерватор.

3.2 Внатрешна НН инсталација 0.63 kV (150 m)

- Функција: врска од PCS/наизменична струја табла до НН приклучок на трансформатор.
- Изведба:
 - опција А: шинопровод 2000 A (практичен за големи струи и 150 m), или
 - опција Б: паралелни енергетски кабли по фаза (2–3 паралелни траси, зависно од дозволена струја, начин на полагање, температура, пад на напон и I_k).
- Пад на напон: типично цел е $< \sim 3\%$ (да се потврди со пресметка).
- Механичка изведба: кабелски скали/канали, противпожарни заптивки на премини, обележување, мерки за EMC околу PCS.

3.3 СН расклопна опрема 20 kV (24 kV класа), 4 ќелии

Да биде тип-тестирана (IEC 62271-200), со номинален напон 24 kV и соодветна краткоспојна издржливост (најчесто 16–20 kA/1 s, или според податоци од ОДС за местото на приклучок).

(1) СН трафо ќелија

- Вакуумски прекинувач (VCB) или прекинувач-осигурувачи (практично за 1.6 MVA најчесто VCB за подобра селективност).
- Реле за прекумерна струја и земјоспој (50/51, 50N/51N), интерлокирања и заземјувачки нож.

(2) СН мерно-спојна ќелија

- Мерни струјни и напонски трансформатори (СТ/НТ) за фактурно мерење (класа според ОДС), пломбирани мерни кола.
- Двонасочно (4-квадрантно) мерење – СЕЕ има увоз (полнење) и извоз (празнење).
- Прекинувач/раздвојувач за „спој“ со мрежа и можност за исклучување на објектот.

(3) и (4) Две изводни далекуводни ќелии (20 kV)

- Линиски изводи со прекинувач-раздвојувач и заземјувач, или VCB (ако бара ОДС за селективна заштита/автоматизација).
- Подготвеност за кабелски тестови и приклучоци (Т-конектори) ако е кабелски извод.

3.4 Заштита, управување и услови за паралелна работа

- Интерфејс-заштита (најчесто во реле на мерно-спојната/трафо ќелија или посебен панел): U/f заштити (27/59, 81< / 81>), анти-островење (по метод што го прифаќа ОДС), синхро-проверка (25) ако е применливо, логика за ограничување на P/Q.
- Координација на поставки: со ОДС (селективност со мрежните заштити).
- Далечински сигнали/телеметрија: често ОДС бара минимум состојби (вкл/искл), P/Q, U, I и аларми преку далечинска терминална единица/систем за надзор и управување (точниот обем го дефинира ОДС во условите).

3.5 Заземјување и пренапони

- Единствен систем за заземјување за: СН ќелии, трансформатор, НН опрема, контејнери/шасии.
- Проект за допирни/чекорни напони (особено кај трансформатор и СН постројка).
- Пренапонска заштита (SPD) на НН, а по потреба и одводници на СН.

4) Постапка со ОДС (кратко, практично)

За приклучување преку „нестандарден приклучок“, ОДС носи решение за согласност во рок од 40 дена и мора да приложи детална пресметка за надоместокот за приклучување.

(Овој надоместок е регулаторна категорија и може да вклучи и делови од мрежни работи надвор од вашиот опфат – затоа подолу давам инженерска капитални трошоци проценка за опремата што ја наведовте, а „надоместокот“ се усогласува со официјалната пресметка на ОДС.)

5) Ориентациона проценка на трошоци (Република Македонија) – со вклучен трансформатор

Валута и пресметка: прикажано во EUR и MKD со курс 1 EUR = 61.6761 MKD (ажурирано 20.01.2026).

ДДВ: стандардна стапка 18%.

Цените се „буџетарни“ ($\pm 15\text{--}25\%$), бидејќи зависат од производител, класа на внатрешен лак, краткоспојно ниво, барања за систем за надзор и управување/мерење и градежни услови. За ориентација, 1600 kVA трансформатор типично е во опсег \$18k–\$45k+ (2025 ниво) зависно од тип/стандард/материјали.

Табела – ставки (без ДДВ)

Ставка	Кол.	Ориент. (EUR)	износ Ориент. (MKD)	износ
Трансформатор 20/0.63 kV, 1.6 MVA (набавка, фабрички испитувања)	1	35,000	2,158,664	
Подлога/ретенција/земјени работи за трансформатор	1	8,000	493,409	
СН постројка 24 kV – 4 ќелии (трафо, мерно-спојна, 2× далекуводни) со релеа/СТ-НТ	1	56,000	3,453,862	
Монтажа и пуштање во работа на СН постројка (тестови, секундарни кола)	1	10,000	616,761	
НН 0.63 kV врска 150 m (кабли/шинопровод + патеки + терминации)	1	45,000	2,775,425	
Главна НН табла/АСВ и интерфејс-заштита	1	12,000	740,113	
Заземјување + SPD/изедначување потенцијали	1	8,000	493,409	
Кабелски ровови/каналы/влезови и просторија/куќиште за ќелии	1	25,000	1,541,903	
Мерење/далечинско читање/телеметрија (ако не е целосно вклучено во ќелијата)	1	8,000	493,409	
Проектирање, дозволи, надзор,	1	10,000	616,761	

Ставка	Кол.	Ориент. износ (EUR)	Ориент. износ (MKD)
Меѓузбир		217,000	13,380,?
Непредвидено (10%)		21,700	1,338,?
Вкупно (без ДДВ)		238,700 EUR	14,722,085 MKD

Вкупно со ДДВ 18%: 281,666 EUR $\approx$ 17,372,060 MKD.

15. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ЕВН ЕЛЕКТРАНИ 2“

1) Општи податоци и услови за приклучување

Предмет на овој технички опис е приклучок на електродистрибутивната мрежа (ЕДМ) на складиште на електрична енергија „ЕВН ЕЛЕКТРАНИ 2“, со инсталирана активна моќност 4 MW на напонско ниво 20 kV, преку трансформатор 5 MVA и внатрешна нисконапонска (НН) инсталација 0.63 kV со должина 250 m.

Приклучувањето на ЕДМ се врши врз основа на „Решение за согласност за приклучување“, кое е потребно и при инсталирање уред за складирање на електрична енергија.

2) Еднолиниска шема (опис)

Функционално, приклучокот се состои од следниве целини:

1. Батериски систем + PCS (Power Conversion System) со AC излез на 0.63 kV (собиришница/развод).
2. НН енергетски вод 0.63 kV, должина $L \approx 250$ m, од PCS разводот до НН приклучоците на трансформаторот.
3. Енергетски трансформатор 5 MVA (0.63/20 kV) како степ-ап трансформатор.
4. СН постројка 20 kV (metal-enclosed) со вкупно 4 ќелии:
 - 1× СН трафо ќелија (трансформаторско поле),
 - 1× СН мерно-спојна ќелија (мерење + спојување/главен прекинувач кон ЕДМ),
 - 2× СН изводни далекуводни ќелии (линиски/прстенски полиња – „in/out“).

3) Трансформатор 5 MVA (дел од приклучокот)

3.1 Основни електрични параметри (типични)

- $S_n = 5 \text{ MVA}$
- $U_1/U_2 = 20 \text{ kV} / 0.63 \text{ kV}$
- Векторска група: најчесто Dyn11 (или според мрежен оператор/проект)
- Фреквенција: 50 Hz
- Ладење: ONAN (стандардно)
- Регулација: без OLTC (стандардно) со десенергизирано пресвичување на одвојки на ВН $\pm 2 \times 2.5\%$ (типично)
- $uk\%$: 6–8% (типично за овој ред на моќност)

3.2 Опрема и сигурност

- Бухолц реле, термометар масло/намотки, релјефен вентил, ниво масло, сигнализација.
- Приклучни бушинзи за 20 kV (кабелски/ според типот на ќелија) и НН бушинзи/собирница.
- Механичка основа со вибро-елементи, када/барьерен систем за масло и дренажа.

4) Внатрешна НН инсталација 0.63 kV – 250 m (критичен дел)

4.1 Струјни нивоа (за ориентација)

- За 4 MW на 0.63 kV, струјата е приближно:
 $I \approx 4,000 \text{ kW} / (\sqrt{3} \cdot 0.63 \text{ kV}) \approx 3,670 \text{ A}$.
- За 5 MVA трансформатор на 0.63 kV:
 $I_n \approx 5,000 \text{ kVA} / (\sqrt{3} \cdot 0.63 \text{ kV}) \approx 4,580 \text{ A}$.

Ова значи дека НН водот од 250 m мора да биде реализиран како:

- повеќе паралелни едножилни кабли по фаза, или
- busbar trunking (шински канал/бусдукт) со номинална струја 4,000–5,000 A.

Како референца за носивост: едножилен XLPE Cu кабел $1 \times 630 \text{ mm}^2$ има дозволена струја $\sim 960 \text{ A}$ во воздух (и $\sim 865 \text{ A}$ во земја). Оттука, за 3,700–4,600 A се потребни најмалку 4–6 паралели по фаза (зависно од начин на полагање, температура, групирање и резерви).

4.2 Типична реализација (пример)

- 0.6/1 kV едножилни XLPE кабли (Al или Cu), во тrefол распоред, на кабелски скари/канали или во подземни канали со цевки.
- Поставување со:
 - соодветни кабелски папучи/спојници, термоскрупливи завршетоци,

- обележување по фази, раздвојување и механичка фиксација (cleats) за динамички сили при краток спој.
- Пад на напон и загуби да се проверуваат со проектна пресметка (особено поради 250 m должина и високите струи).

5) СН постројка 20 kV (клетки) – конфигурација и функции

СН постројката се проектира како 24 kV класа опрема (во пракса за 20 kV мрежа се избира 24 kV изолациско ниво), metal-enclosed, со механички и електрични меѓузаклучувања.

Како типичен референтен опсег за ваков тип опрема: GIS/RMU решенија се достапни за напон до 24 kV и струи на изводи до 630 A.

5.1 Две изводни далекуводни ќелии (20 kV) – „линиски полиња“

- Функција: in/out приклучување (прстенска шема или продолжување кон мрежа/линија).
- Опрема: прекинувач-раздвојувач (LBS) со можност за заземјување, индикатор присуство на напон, механички меѓузаклучувања.
- Опционално: моторен погон за далечинско управување (систем за надзор и управување) ако го бара оператор.

5.2 СН трафо ќелија

- Функција: заштита и маневрирање на трансформаторот.
- Реализација:
 - или LBS + HV HRC осигурувачи (типично за дистрибутивни трафостаници),
 - или вакуумски прекинувач (VCB) + заштитно реле (почесто кај производители/BECS приклучоци за подобра селективност).

5.3 СН мерно-спојна ќелија (точка на приклучување)

- Функција: главна спојка кон ЕДМ + мерна функција.
- Содржина:
 - мерни трансформатори СТ/НТ со класи за фактурно мерење,
 - мерен уред/модул за далечинско читање (ако е потребно),
 - главен прекинувач и/или спојка според условите на операторот,
 - интерфејс за далечинско исклучување

6) Мерење, комуникации и систем за надзор и управување

- Фактурно мерење на 20 kV во мерно-спојната ќелија (вообичаено барање кај приклучоци на производители/складишта).
- Далечинско читање/телеметрија: активна/реактивна енергија, P/Q, напон, струја, фреквенција, статуси на прекинувачи.
- Интеграција кон локален систем за надзор и управување/систем за управување со енергија и (ако е потребно) кон систем на оператор.

7) Заштита и автоматика (минимален сет за точка на приклучување)

Типично, за складиште кое работи двонасочно (полнење/празнење), на точка на приклучување се применуваат:

- 50/51 надструјна (фазна) и 50N/51N земјоспојна
- 27/59 под/над напон
- 81U/81O под/над фреквенција
- Заштита на трансформатор: температури, Бухолц, (опционално диференцијална 87T ако е предвидено)

Поставките и логиката (трип, блокади, селективност) се усогласуваат со краткоспојни нивоа и барања на операторот.

8) Заземјување и громобран

- Изведба на главен заземјувачки прстен околу СН постројка и трансформатор, поврзан со:
 - метални маси, ограда, кабелски носачи, шински системи,
 - екрани/оклопи на кабли,
 - неутрала/РЕ систем (според избраниот режим на заземјување).
- Проверки: Rз и допирни/чекорни напони според важечки стандарди и проектни пресметки.
- Громобранска заштита (ако објектот/локацијата бара), плус пренапонска заштита (SPD) на НН и соодветно на СН (одводници).

9) Испитувања и пуштање во работа

Минимум:

- Фабрички тестови (фабрички приемни тестови) за трансформатор и СН опрема + документација.
- Приемни тестови на лице место (приемни тестови на лице место):

- изолациски отпори, многу ниска фреквенција/наизменична струја тестови каде е применливо,
- проверка на фазност, одвојки, релејна логика,
- примарни/секундарни инјекции за заштити,
- проверка на мерни кола (СТ/НТ насока/класа),
- систем за надзор и управување комуникации и командување (вкл./искл., блокади).
- Пробна работа со режими: полнење/празнење, лимити P/Q, реакција на под/надфреквенција итн.

10) Приказ на трошоци (ориентациона проценка за Р. Македонија)

Напомена (важно):

- Ова е ориентациона капитални трошоци проценка за приклучокот со наведените компоненти.
- Не вклучува: можни надоместоци/такси кон оператор, ниту евентуални засилувања на мрежата надвор од парцелата (ако операторот ги услови).
- Цените се дадени без ДДВ.
- Конверзија во МКД е направена со курс 1 EUR $\approx$ 61.5667 МКД (20.01.2026).
- Најголема неизвесност е НН водот 0.63 kV / 250 m поради многу високи струи (паралелни/бусдукт). За споредба, малопродажна цена за 1×1000 mm² едножилен 1 kV Cu кабел во ЕУ може да биде ~£166.75/м (пример).

10.1 Табела – проценка (ниско / типично / високо сценарио)

Бр.	Ставка	Проценка (EUR) – ниско	Типично (EUR)	Високо (EUR)
1	Трансформатор 5 MVA 20/0.63 kV (набавка)	110,000	120,000	150,000
2	Транспорт, монтажа, масло-када/подлога, пуштање трансформатор	15,000	20,000	30,000
3	СН постројка 20 kV (4 ќелии: 1 трафо + 1 мерно-спојна + 2 линиски)	35,000	55,000	65,000
4	Заштити/управување/DC напојување/RTU (PCC + трафо)	10,000	15,000	25,000
5	Мерење 20 kV (СТ/НТ, мерач, комуникација)	8,000	12,000	18,000

Бр. Ставка	Проценка (EUR) – ниско	Типично (EUR)	Високо (EUR)
6 СН кабли и завршетоци (внатрешни врски)	5,000	8,000	12,000
7 НН инсталација 0.63 kV, 250 m (паралелни кабли/или бусдукт + носачи/завршетоци)	250,000	350,000	550,000
8 Градски работи (темели, канали, кабелска инфраструктура, киоск/просторија)	35,000	50,000	80,000
9 Заземјување, громобран, СПД	10,000	15,000	25,000
10 Тестирање, релејни сетинзи, SAT, документација	8,000	10,000	20,000
11 Проектирање, ревизија, надзор, дозволи (дел што е на инвеститорот)	15,000	20,000	40,000
МЕГУЗБИР	501,000	675,000	1,015,000
Резерва/непредвидени 10%	50,100	67,000	101,500
ВКУПНО (без ДДВ)	551,100	742,000	1,116,500

Вкупно во МКД (по 61.5667 МКД/EUR)

- Ниско: ~33.9 милиони МКД
- Типично: ~45.7 милиони МКД
- Високо: ~68.7 милиони МКД

16. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ЕВН ЕЛЕКТРАНИ 3“

1) Општи податоци и услови за приклучување

Предмет на овој технички опис е приклучок на електродистрибутивната мрежа (ЕДМ) на складиште на електрична енергија „ЕВН ЕЛЕКТРАНИ 3“, со инсталирана активна моќност 4 MW на напонско ниво 20 kV, прску трансформатор 5 MVA и внатрешна нисконапонска (НН) инсталација 0.63 kV со должина 250 m.

Приклучувањето на ЕДМ се врши врз основа на „Решение за согласност за приклучување“, кое е потребно и при инсталирање уред за складирање на електрична енергија.

2) Еднолиниска шема (опис)

Функционално, приклучокот се состои од следниве целини:

5. Батериски систем + PCS со АС излез на 0.63 kV (собирница/развод).
6. НН енергетски вод 0.63 kV, должина $L \approx 250$ m, од PCS разводот до НН приклучоците на трансформаторот.
7. Енергетски трансформатор 5 MVA (0.63/20 kV) како степ-ап трансформатор.
8. СН постројка 20 kV со вкупно 4 ќелии:
 - 1× СН трафо ќелија (трансформаторско поле),
 - 1× СН мерно-спојна ќелија (мерење + спојување/главен прекинувач кон ЕДМ),
 - 2× СН изводни далекуводни ќелии (линиски/прстенски полиња – „in/out“).

3) Трансформатор 5 MVA (дел од приклучокот)

3.1 Основни електрични параметри (типични)

- $S_n = 5$ MVA
- $U_1/U_2 = 20$ kV / 0.63 kV
- Векторска група: најчесто Dyn11 (или според мрежен оператор/проект)
- Фреквенција: 50 Hz
- Ладење: ONAN (стандардно)
- Регулација: без OLTC (стандардно) со деенергизирано пресвичување на одвојки на ВН $\pm 2 \times 2.5\%$ (типично)
- $\text{uk}\%$: 6–8% (типично за овој ред на моќност)

3.2 Опрема и сигурност

- Бухолц реле, термометар масло/намотки, релјефен вентил, ниво масло, сигнализација.
- Приклучни бушинзи за 20 kV (кабелски/plug-in според типот на ќелија) и НН бушинзи/собирница.
- Механичка основа со вибро-елементи, када/бариерен систем за масло (oil bund) и дренажа.

4) Внатрешна НН инсталација 0.63 kV – 250 m (критичен дел)

4.1 Струјни нивоа (за ориентација)

- За 4 MW на 0.63 kV, струјата е приближно:
 $I \approx 4,000 \text{ kW} / (\sqrt{3} \cdot 0.63 \text{ kV}) \approx 3,670 \text{ A}.$
- За 5 MVA трансформатор на 0.63 kV:
 $I_n \approx 5,000 \text{ kVA} / (\sqrt{3} \cdot 0.63 \text{ kV}) \approx 4,580 \text{ A}.$

Ова значи дека НН водот од 250 m мора да биде реализиран како:

- повеќе паралелни едножилни кабли по фаза, или
- busbar trunking (шински канал/бусдукт) со номинална струја 4,000–5,000 A.

Како референца за носивост: едножилен XLPE Cu кабел $1 \times 630 \text{ mm}^2$ има дозволена струја ~960 A во воздух (и ~865 A во земја). Оттука, за 3,700–4,600 A се потребни најмалку 4–6 паралели по фаза (зависно од начин на полагање, температура, групирање и резерви).

4.2 Типична реализација (пример)

- 0.6/1 kV едножилни XLPE кабли (Al или Cu), во трефол распоред, на кабелски скари/канали или во подземни канали со цевки.
- Поставување со:
 - соодветни кабелски спојници, термоскрупливи завршетоци,
 - обележување по фази, раздвојување и механичка фиксација (cleats) за динамички сили при краток спој.
- Пад на напон и загуби да се проверуваат со проектна пресметка (особено поради 250 m должина и високите струи).

5) СН постројка 20 kV (клетки) – конфигурација и функции

СН постројката се проектира како 24 kV класа опрема (во пракса за 20 kV мрежа се избира 24 kV изолациско ниво), metal-enclosed, со механички и електрични меѓузаклучувања.

Како типичен референтен опсег за ваков тип опрема: GIS/RMU решенија се достапни за напон до 24 kV и струи на изводи до 630 A.

5.1 Две изводни далекуводни ќелии (20 kV) – „линиски полиња“

- Функција: приклучување (прстенска шема или продолжување кон мрежа/линија).
- Опрема: прекинувач-раздвојувач (LBS) со можност за заземјување, индикатор присуство на напон, механички меѓузаклучувања.
- Опционално: моторен погон за далечинско управување (систем за надзор и управување) ако го бара оператор.

5.2 СН трафо ќелија

- Функција: заштита и маневрирање на трансформаторот.
- Реализација:
 - или LBS + HV HRC осигурувачи (типично за дистрибутивни трафостаници),
 - или вакуумски прекинувач + заштитно реле (почесто кај производители/BECS приклучоци за подобра селективност).

5.3 СН мерно-спојна ќелија (точка на приклучување)

- Функција: главна спојка кон ЕДМ + мерна функција.
- Содржина:
 - мерни трансформатори СТ/НТ со класи за фактурно мерење,
 - мерен уред/модул за далечинско читање (ако е потребно),
 - главен прекинувач и/или спојка според условите на операторот,
 - интерфејс за далечинско исклучување

6) Мерење, комуникации и систем за надзор и управување

- Фактурно мерење на 20 kV во мерно-спојната ќелија (вообичаено барање кај приклучоци на производители/складишта).
- Далечинско читање/телеметрија: активна/реактивна енергија, P/Q, напон, струја, фреквенција, статуси на прекинувачи.
- Интеграција кон локален систем за надзор и управување/систем за управување со енергија на BECS и (ако е потребно) кон систем на оператор.

7) Заштита и автоматика (минимален сет за)

Типично, за складиште кое работи двонасочно (полнење/празнење), се применуваат:

- 50/51 надструјна (фазна) и 50N/51N земјоспојна
- 27/59 под/над напон
- 81U/81O под/над фреквенција
- Заштита на трансформатор: температури, Бухолц, (опционално диференцијална 87T ако е предвидено)

Поставките и логиката (трип, блокади, селективност) се усогласуваат со краткоспојни нивоа и барања на операторот.

8) Заземјување и громобран

- Изведба на главен заземјувачки прстен околу СН постројка и трансформатор, поврзан со:
 - метални маси, ограда, кабелски носачи, шински системи,
 - екрани/оклопи на кабли,
 - неутрали/РЕ систем (според избраниот режим на заземјување).
- Проверки: Rз и допирни/чекорни напони според важечки стандарди и проектни пресметки.
- Громобранска заштита (ако објектот/локацијата бара), плус пренапонска заштита (SPD) на НН и соодветно на СН (одводници).

9) Испитувања и пуштање во работа

Минимум:

- Фабрички тестови (фабрички приемни тестови) за трансформатор и СН опрема + документација.
- Приемни тестови на лице место (приемни тестови на лице место):
 - изолациски отпори, многу ниска фреквенција/наизменична струја тестови каде е применливо,
 - проверка на фазност, одвојки, релејна логика,
 - примарни/секундарни инјекции за заштити,
 - проверка на мерни кола (СТ/НТ насока/класа),
 - систем за надзор и управување комуникации и командување (вкл./искл., блокади).
- Пробна работа со режими: полнење/празнење, лимити P/Q, реакција на под/надфреквенција итн.

10) Приказ на трошоци (ориентациона проценка за Р. Македонија)

Напомена (важно):

- Ова е ориентациона капитални трошоци проценка за приклучокот со наведените компоненти.
- Не вклучува: можни надоместоци/такси кон оператор, ниту евентуални засилувања на мрежата надвор од парцелата (ако операторот ги услови).
- Цените се дадени без ДДВ.
- Конверзија во МКД е направена со курс 1 EUR $\approx$ 61.5667 МКД (20.01.2026).

- Најголема неизвесност е НН водот 0.63 kV / 250 m поради многу високи струи (паралелни). За споредба, малопродажна цена за 1×1000 mm² едножилен 1 kV Cu кабел во ЕУ може да биде ~£166.75/m (пример).

10.1 Табела – проценка (ниско / типично / високо сценарио)

Бр. Ставка	Проценка (EUR) – ниско	Типично (EUR)	Високо (EUR)
1 Трансформатор 5 MVA 20/0.63 kV (набавка)	110,000	120,000	150,000
2 Транспорт, монтажа, масло-када/подлога, пуштање трансформатор	15,000	20,000	30,000
3 СН постројка 20 kV (4 ќелии: 1 трафо + 1 мерно-спојна + 2 линиски)	35,000	55,000	65,000
4 Заштити/управување/DC напојување/RTU (PCC + трафо)	10,000	15,000	25,000
5 Мерење 20 kV (СТ/НТ, мерач, комуникација)	8,000	12,000	18,000
6 СН кабли и завршетоци (внатрешни врски)	5,000	8,000	12,000
7 НН инсталација 0.63 kV, 250 m (паралелни кабли/или бусдукт + носачи/завршетоци)	250,000	350,000	550,000
8 Градежни работи (темелн, канали, кабелска инфраструктура, киоск/просторија)	35,000	50,000	80,000
9 Заземјување, громобран, СИД	10,000	15,000	25,000
10 Тестирање, релејни сетинзи, SAT, документација	8,000	10,000	20,000
11 Проектирање, ревизија, надзор, дозволи (дел што е на инвеститорот)	15,000	20,000	40,000
МЕГУЗБИР	501,000	675,000	1,015,000
Резерва/непредвидени 10%	50,100	67,000	101,500
ВКУПНО (без ДДВ)	551,100	742,000	1,116,500

Вкупно во МКД (по 61.5667 МКД/EUR)

- Ниско: ~33.9 милиони МКД
- Типично: ~45.7 милиони МКД
- Високо: ~68.7 милиони МКД

**17. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА
СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ЕВН ЕЛЕКТРАНИ 4“****1) Основни податоци за приклучокот**

- Објект: складиште на електрична енергија „ЕВН ЕЛЕКТРАНИ 4“
- Инсталирана активна моќност: 6 MW
- Приклучок на ОДС (Електродистрибуција ДООЕЛ): 20 kV
- Главен трансформатор: 20/0.63 kV, 7.2 MVA
- Внатрешна НН инсталација: 0.63 kV, должина 250 m
- СН постројка 20 kV (внатрешна):
1× трафо ќелија + 1× мерно-спојна ќелија + 2× далекуводни ќелии
- Два 20 kV далекувода: 2×780 m (во описот подолу претпоставувам дека *секој* е 780 m; ако 780 m е вкупно за двата, трошоците за далекуводи се преполовуваат).

Напомена: За постројките на 10/20/35 kV, опремата по Мрежни правила треба да биде димензионирана најмалку на 16 kA трифазна куса врска, освен ако ОДС не дефинира други проектни вредности.

2) Концепт на приклучување (функционално решение)

Приклучокот се изведува како внатрешна 20 kV трафостаница (ТС) на локацијата на БЕС/УСЕЕ, со две 20 kV изводни далекуводни полиња (типично: влез/излез на 20 kV прстен или две независни изводни траси – според условите на ОДС). Во ТС се инсталираат:

1. Трансформаторско поле (20 kV) → напојување/заштита на трансформаторот
2. Мерно-спојно поле (20 kV) → мерно место + спојување/раздвојување со мрежата
3. Две далекуводни полиња (20 kV) → приклучување на двата 20 kV далекуводи

Ставање под напон и работа се дозволуваат само по Решение за согласност и прифатени услови преку електронската платформа на ОДС.

3) Нисконапонска страна 0.63 kV (внатрешна инсталација 250 m)**3.1 Електрични параметри за димензионирање**

- Номинална НН струја според трансформатор 7.2 MVA:
$$I_{0.63kV} \approx 7.2 \text{ MVA} / (\sqrt{3} \cdot 0.63 \text{ kV}) \approx 6.6 \text{ kA}$$
- Номинална НН струја при 6 MW (PF≈1):
$$I \approx 5.5 \text{ kA}$$

Ова практично значи дека НН врската не е „еден кабел“, туку најчесто се решава со:

- шински развод 6.3–8 kA, или
- повеќе паралелни кабелски водови по фаза (со соодветно деретирање, термичка проверка и проверка на пад на напон).

3.2 Изведено решение (типично)

- НН главна разводна табла/излез од PCS/инвертерски блокови → кабелска/шинска траса 250 m → НН приклучок на трансформатор.
- Полагање во кабелски ров/канал или кабелски скари (во зависност од локацијата), со:
 - механичка заштита, ознаки, противпожарни премази каде што е потребно,
 - мерки за EMC/хармоници (ако ОДС бара филтри/мерење на квалитет на енергија).

4) Трансформатор 20/0.63 kV, 7.2 MVA (дел од приклучокот)

4.1 Основни технички барања (типично за ваков приклучок)

- Моќност: 7.2 MVA, 50 Hz
- Напони: 20 kV / 0.63 kV
- Векторска група (пример): Dyn11 (се дефинира во проект според барањата на PCS и заземјување)
- Регулација: оф-циркулт тапови (пример $\pm 2 \times 2.5\%$) или по услов на ОДС/проектант
- Ладење: ONAN (со можност за вентилатори ако се бара)
- Опрема: Бухолц, PRV, термометри/сензори, нивомер, приклучна кутија, клемн за заземјување, масло-јама/ретенција (ако е масло-трансформатор), пренапонски заштити.

4.2 Градежни и монтажни услови

- Темел/платформа, масло-када (ако е применливо), пристап за кран, ограда/безбедност, осветлување.
- Поврзување со СН трафо ќелија преку 20 kV кабли/приклучоци и со НН преку шинопровод/кабли.

5) Среднонапонска постројка 20 kV (ќелин)

5.1 Општи карактеристики

- Номинален напон: 24 kV класа (за 20 kV мрежа)
- Номинална струја: најчесто 630 А (или 1250 А ако ОДС/концептот бара)
- Исклучна моќ/куса врска: ≥ 16 kA (минимум по Мрежни правила).
- Прекинувачи: вакуумски (VCB) или LBS+осигурувачи каде што е дозволено (за 7.2 MVA најчесто VCB со релен).

5.2 Функција по ќелија

(A) СН трафо ќелија (20 kV – трансформаторско поле)

- Прекинувач на моќност (VCB) + раздвојувач/заземјувач
- Струјни трансформатори (CT) за заштита
- Релејна заштита (типично): 50/51, 50N/51N, 49 (термичка), 63/температурни сигнали од трансформатор; по потреба REF/87T (концептно)
- Механички/електрични блокади за безбедно маневрирање

(B) СН мерно-спојна ќелија (20 kV – мерно место и спојување)

- Мерни трансформатори (HT/CT) за пресметковно мерење (класа и шема по ОДС)
- Споен прекинувач/секционирање (ако се бара за прстен/две траси)
- Комуникациски интерфејс за телеметрија/далечинска команда (ако ОДС го бара за UCCE)

(C) Две СН далекуводни ќелии (20 kV – изводни полиња)

- По едно поле за секој далекувод, со VCB или LBS (по услов)
- Заштита на извод: 50/51, 50N/51N; по потреба насочна земјоспојна/струјна (ако мрежата е прстенеста)
- Заземјувач и тест точки за кабли/изводи

6) Два 20 kV далекувода – 2×780 m

Описот „далекувод“ најчесто имплицира воздушен 20 kV вод (столбови, проводници, изолација, заземјување, громобрани), но ако трасата е урбана/рестриктивна може да биде и подземен кабелски вод (значително поскап). Во проектната документација се дефинира:

- тип на вод (воздушен/подземен),
- пресек (термички и механички),
- број и тип на столбови/темели, аголни/затегачки места,
- приклучни точки и заштита од пренапони на краевите.

7) Заземјување и пренапонска заштита

- Се изведува заземјителна мрежа за ТС (СН постројка + трансформатор + метални конструкции), со мерење на отпорност и проверка на напон на допир и напон на чекор.
- При проектирање, Мрежни правила експлицитно бараат да се почитуваат препораките на МКС EN 50522 за постројки над 1 kV.
- Се предвидуваат пренапонски одводници (MOV) на 20 kV страна и по потреба на 0.63 kV страна (според координација на изолација).

8) Далечински пренос на податоци и далечинско управување (обврска за УСЕЕ)

За оператор на складиште/УСЕЕ, Мрежните правила бараат да не биде ставен под напон без обезбеден далечински пренос на податоци и далечинско управување со прекинувачите на моќност (услови и начин дефинирани во Мрежните правила). Затоа, во приклучокот практично се вклучува:

- далечинска терминална единица/комуникациски уред,
- протоколи/линија до ОДС (оптика/GPRS/ethernet – по услов),
- сигнализација на статуси, мерења и можност за команда на релевантни прекинувачи.

9) Пресметковно мерење (20 kV мерно место)

- Мерното место и опремата треба да бидат на лесно пристапно место за отчитување/контрола/замена.
- Пресметковните мерни уреди/мерни трансформатори се третираат како сопственост на ОДС во делот на мерење (во рамки на нивните правила). (Во практична реализација: инвеститорот обезбедува ќелија/простор/инсталации и се усогласува кој што набавува СТ/НТ и броила.)

10) Испитувања, технички преглед и пуштање во погон

Типичен обем на тестови:

- СН: примарни/секундарни тестови на релси, функционални тестови на блокади, мерења на отпори/контакти, тест на прекинувачи
- Трансформатор: приемни тестови, изолациски тестови, проверка на заштитни сигнали
- Кабли/изводи: многу ниска фреквенција/изолациски тестови (ако има кабли), проверка на фазност
- Заземјување: мерења и протоколи

- систем за надзор и управување/далечинска терминална единица: тест на телеметрија и далечинско управување согласно барања на ОДС

11) Приказ на трошоци (индикативна капитални трошоци пресметка за РС Македонија)

Подолу е буџетска проценка (типично ниво $\pm 20\text{--}30\%$), само за приклучокот (не вклучува батерии/PCS контејнери како технологија на складиштето). Структурата е усогласена со логиката на трошоци што Мрежните правила ја делат на документација/проектирање, опрема и изведба.

За конверзија користам среден курс 1 EUR = 61.5300 MKD (НБРМ референца преку курсна листа на банка).

Табела: трошоци (без ДДВ)

Бр.	Ставка	Кол.	Ед. (EUR)	цена Вкупно (EUR)
1	Проектирање, студии, согласности/дозволи, надзор	1	30,000	30,000
2	Градежни работи (простор/киоск/ТС, темели, кабелски канали, ограда, заземјување)	1	70,000	70,000
3	Трансформатор 20/0.63 kV, 7.2 MVA со опрема и транспорт	1	190,000	190,000
4	СН постројка 20 kV – 4 келни (трафо, мерно-спојна, далекуводни) + релен/интерлок	2	90,000	90,000
5	SCADA/RTU, далечинско управување и телекомуникации до ОДС	1	20,000	20,000
6	НН 0.63 kV инсталација 250 m (комплет паралелни кабли/или busduct, носачи, завршетоци)	1	180,000	180,000
7	20 kV далеководи 2×780 m (столбови, проводници, темели, заземјување, монтаж)	1	85,000	85,000
8	Приклучни СН кабли/муфови/завршетоци + приклучување во постојна мрежа	1	15,000	15,000
9	Испитувања, мерења, протоколи, пуштање во погон	1	12,000	12,000
	МЕЃУЗБИР			692,000
	Резерва/непредвидени (10%)			69,200
	ВКУПНО (без ДДВ)			761,200 EUR

Вкупно во MKD (без ДДВ)

- $761,200 \text{ EUR} \times 61.5300 = 46,836,636 \text{ MKD}$

Ако се пресметува ДДВ 18% (ориентациски)

- 898,216 EUR или $\approx 55,267,230 \text{ MKD}$ (ДДВ често е одбитен за правни лица – зависно од статусот)

18. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ЕВН ЕЛЕКТРАНИ 5“**1) Опфат и основна конфигурација на приклучок (1.5 MW, 20 kV)**

Складиштето на електрична енергија (СЕЕ) „ЕВН ЕЛЕКТРАНИ 5“ со инсталирана активна моќност $P = 1.5 \text{ MW}$ се приклучува на среднонапонско (СН) ниво 20 kV преку сопствена трансформаторска станица и СН расклопна опрема. За ваков објект е потребно Решение за согласност за приклучување, а експлицитно се наведува дека согласност е потребна и при „инсталирање на уред за складирање на електрична енергија“ и дека барањето се поднесува преку електронска платформа на Електродистрибуција.

Еднополна (текстуална) шема

20 kV дистрибутивна мрежа $\rightarrow$ (2 $\times$ далекуводна ќелија) $\rightarrow$ СН шински систем $\rightarrow$ мерно-спојна ќелија $\rightarrow$ трафо ќелија $\rightarrow$ трансформатор 20/0.63 kV, 1.6 MVA $\rightarrow$ НН 0.63 kV кабелска/шинска врска 150 m $\rightarrow$ PCS/БАТЕРИСКИ СИСТЕМ

Забелешка: Двете „изводни далекуводни ќелии“ најчесто се користат за „линија-влез/линија-излез“ (прстенеста/петласта врска) или за два независни изводи – конечната намена ја дефинира ОДС во условите за приклучување.

2) Номинални електрични параметри (за димензионирање)

- СН страна (20 kV):
Ориентациона струја при 1.5 MW:
$$I_{20kV} \approx \frac{1.5 \text{ MW}}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ kV} \cdot \cos \varphi} \rightarrow \sim 45\text{--}50 \text{ A (за } \cos \varphi 0.95\text{--}1.0).$$
- Трансформатор (1.6 MVA):
Номинална СН струја: $I_{HV} = \frac{1.6}{\sqrt{3} \cdot 20} \approx 46 \text{ A}$ (типични вредности се во овој ред).
- НН страна (0.63 kV):
Номинална струја: $\approx 1466 \text{ A} \rightarrow$ бара паралелни кабли или шинопровод (шинопровод) за 150 m.

3) Главна опрема и технички барања

3.1 Трансформатор 1.6 MVA (дел од приклучокот)

- Тип: дистрибутивен, масло-потопен (ONAN), 50 Hz, 20/0.63 kV, вектор група типично Dyn11 (или според барања на ОДС/производител на PCS).
- Импеданса u_k : типично $\sim 6\%$ (влијае на краткосојна струја на 0.63 kV; типични спецификации за 1600 kVA трансформатори се со u_k околу 6%).
- Ефикасност/губитоци: да се специфицира според важечки EN/IEC барања и технички услови на ОДС.
- Прибор/заштити: термометри (масло/намотки), релјефен вентил, показател ниво масло, приклучни кутии, заземјување, (по потреба) Бухолц ако е со конзерватор.

3.2 Внатрешна НН инсталација 0.63 kV (150 m)

- Функција: врска од PCS/наизменична струја табла до НН приклучок на трансформатор.
- Изведба:
 - опција А: шинопровод 2000 A (практичен за големи струи и 150 m), или
 - опција Б: паралелни енергетски кабли по фаза (2–3 паралелни траси, зависно од дозволена струја, начин на полагање, температура, пад на напон и I_k).
- Пад на напон: типично цел е $\leq 3\%$ (да се потврди со пресметка).
- Механичка изведба: кабелски скали/канали, противпожарни заптивки на премини, обележување, мерки за EMC околу PCS.

3.3 СН расклопна опрема 20 kV (24 kV класа), 4 ќелии

Да биде тип-тестирана (IEC 62271-200), со номинален напон 24 kV и соодветна краткосојна издржливост (најчесто 16–20 kA/1 s, или според податоци од ОДС за местото на приклучок).

(1) СН трафо ќелија

- Вакуумски прекинувач (VCB) или прекинувач-осигурувачи (практично за 1.6 MVA најчесто VCB за подобра селективност).
- Реле за прекумерна струја и земјоспој (50/51, 50N/51N), интерлокирања и заземјувачки нож.

(2) СН мерно-спојна ќелија

- Мерни струјни и напонски трансформатори (СТ/НТ) за фактурно мерење (класа според ОДС), пломбирани мерни кола.
- Двонасочно (4-квадрантно) мерење – СЕЕ има увоз (полнење) и извоз (празнење).
- Прекинувач/раздвојувач за „спој“ со мрежа и можност за исклучување на објектот.

(3) и (4) Две изводни далекуводни ќелии (20 kV)

- Линиски изводи со прекинувач-раздвојувач и заземјувач, или VCB (ако бара ОДС за селективна заштита/автоматизација).
- Подготвеност за кабелски тестови и приклучоци (Т-конектори) ако е кабелски извод.

3.4 Заштита, управување и услови за паралелна работа

- Интерфејс-заштита (најчесто во реле на мерно-спојната/трафо ќелија или посебен панел): U/f заштити (27/59, 81< / 81>), анти-островење (по метод што го прифаќа ОДС), синхро-проверка (25) ако е применливо, логика за ограничување на P/Q.
- Координација на поставки: со ОДС (селективност со мрежните заштити).
- Далечински сигнали/телеметрија: често ОДС бара минимум состојби (вкл/искл), P/Q, U, I и аларми преку далечинска терминална единица/систем за надзор и управување (точниот обем го дефинира ОДС во условите).

3.5 Заземјување и пренапони

- Единствен систем за заземјување за: СН ќелии, трансформатор, НН опрема, контејнери/шасии.
- Проект за допирни/чекорни напони (особено кај трансформатор и СН постројка).
- Пренапонска заштита (SPD) на НН, а по потреба и одводници на СН.

4) Постапка со ОДС (кратко, практично)

За приклучување преку „нестандарден приклучок“, ОДС носи решение за согласност во рок од 40 дена и мора да приложи детална пресметка за надоместокот за приклучување. (Овој надоместок е регулаторна категорија и може да вклучи и делови од мрежни работи надвор од вашиот опфат – затоа подолу давам инженерска капитални трошоци проценка за опремата што ја наведовте, а „надоместокот“ се усогласува со официјалната пресметка на ОДС.)

5) Ориентациона проценка на трошоци (Република Македонија) – со вклучен трансформатор

Валута и пресметка: прикажано во EUR и MKD со курс 1 EUR = 61.6761 MKD (ажурирано 20.01.2026).

ДДВ: стандардна стапка 18%.

Цените се „буџетарни“ ($\pm 15-25\%$), бидејќи зависат од производител, класа на внатрешен лак, краткоспојно ниво, барања за систем за надзор и управување/мерење и градежни услови. За ориентација, 1600 kVA трансформатор типично е во опсег \$18k-\$45k+ (2025 ниво) зависно од тип/стандард/материјали.

Табела – ставки (без ДДВ)

Ставка	Кол.	Ориент. износ (EUR)	Ориент. износ (MKD)
Трансформатор 20/0.63 kV, 1.6 MVA (набавка, фабрички испитувања)	1	35,000	2,158,664
Подлога/ретенција/земјени работи за трансформатор	1	8,000	493,409
СН постројка 24 kV – 4 келии (трафо, мерно-спојна, 2 $\times$ далекуводни) со релеа/СТ-НТ	1	56,000	3,453,862
Монтажа и пуштање во работа на СН постројка (тестови, секундарни кола)	1	10,000	616,761
НН 0.63 kV врска 150 m (кабли/шинопровод + патеки + терминации)	1	45,000	2,775,425
Главна НН табла/АСВ и интерфејс-заштита	1	12,000	740,113
Заземјување + SPD/изедначување потенцијали	1	8,000	493,409
Кабелски ровови/канални/влезови и просторија/куќините за келии	1	25,000	1,541,903
Мерење/далечинско читање/телеметрија (ако не е целосно вклучено во келијата)	1	8,000	493,409
Проектирање, дозволи, надзор,	1	10,000	616,761
Меѓузбир		217,000	13,380,?
Непредвидено (10%)		21,700	1,338,?
Вкупно (без ДДВ)		238,700 EUR	14,722,085 MKD

Вкупно со ДДВ 18%: 281,666 EUR $\approx$ 17,372,060 MKD.

19. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ЕВН ЕЛЕКТРАНИ 6“

1) Основни податоци за приклучокот

- Објект: складиште на електрична енергија „ЕВН ЕЛЕКТРАНИ 6“
- Инсталирана активна моќност: 6 MW
- Приклучок на ОДС (Електродистрибуција ДООЕЛ): 20 kV
- Главен трансформатор: 20/0.63 kV, 7.2 MVA
- Внатрешна НН инсталација: 0.63 kV, должина 250 m
- СН постројка 20 kV (внатрешна):
1× трафо ќелија + 1× мерно-спојна ќелија + 2× далекуводни ќелии
- Два 20 kV далекувода: 2×780 m (во описот подолу претпоставувам дека *секој* е 780 m; ако 780 m е вкупно за двата, трошоците за далекуводи се преполовуваат).

Напомена: За постројките на 10/20/35 kV, опремата по Мрежни правила треба да биде димензионирана најмалку на 16 kA трифазна куса врска, освен ако ОДС не дефинира други проектни вредности.

2) Концепт на приклучување (функционално решение)

Приклучокот се изведува како внатрешна 20 kV трафостаница (ТС) на локацијата на БЕС/УСЕЕ, со две 20 kV изводни далекуводни полиња (типично: влез/излез на 20 kV прстен или две независни изводни траси – според условите на ОДС). Во ТС се инсталираат:

4. Трансформаторско поле (20 kV) → напојување/заштита на трансформаторот
5. Мерно-спојно поле (20 kV) → мерно место + спојување/раздвојување со мрежата
6. Две далекуводни полиња (20 kV) → приклучување на двата 20 kV далекуводи

Ставање под напон и работа се дозволуваат само по Решение за согласност и прифатени услови преку електронската платформа на ОДС.

3) Нисконапонска страна 0.63 kV (внатрешна инсталација 250 m)

3.1 Електрични параметри за димензионирање

- Номинална НН струја според трансформатор 7.2 MVA:
$$I_{0.63kV} \approx 7.2 \text{ MVA} / (\sqrt{3} \cdot 0.63 \text{ kV}) \approx 6.6 \text{ kA}$$
- Номинална НН струја при 6 MW (PF≈1):
$$I \approx 5.5 \text{ kA}$$

Ова практично значи дека НН врската не е „еден кабел“, туку најчесто се решава со:

- шински развод 6.3–8 kA, или
- повеќе паралелни кабелски водови по фаза (со соодветно деретирање, термичка проверка и проверка на пад на напон).

3.2 Изведбено решение (типично)

- НН главна разводна табла/излез од PCS/инвертерски блокови → кабелска/шинска траса 250 m → НН приклучок на трансформатор.
- Полагање во кабелски ров/канал или кабелски скари (во зависност од локацијата), со:
 - механичка заштита, ознаки, противпожарни премази каде што е потребно,
 - мерки за ЕМС/хармоници (ако ОДС бара филтри/мерење на квалитет на енергија).

4) Трансформатор 20/0.63 kV, 7.2 MVA (дел од приклучокот)

4.1 Основни технички барања (типично за ваков приклучок)

- Моќност: 7.2 MVA, 50 Hz
- Напони: 20 kV / 0.63 kV
- Векторска група (пример): Dyn11 (се дефинира во проект според барањата на PCS и заземјување)
- Ладење: ONAN (со можност за вентилатори ако се бара)
- Опрема: Бухолц, PRV, термометри/сензори, нивомер, приклучна кутија, клеми за заземјување, масло-јама/ретенција (ако е масло-трансформатор), пренапонски заштити.

4.2 Градежни и монтажни услови

- Темел/платформа, масло-када (ако е применливо), пристап за кран, ограда/безбедност, осветлување.
- Поврзување со СН трафо ќелија преку 20 kV кабли/приклучоци и со НН преку шинопровод/кабли.

5) Среднонапонска постројка 20 kV (ќелии)

5.1 Општи карактеристики

- Номинален напон: 24 kV класа (за 20 kV мрежа)
- Номинална струја: најчесто 630 A (или 1250 A ако ОДС/концептот бара)
- Исклучна моќ/куса врска: ≥ 16 kA (минимум по Мрежни правила).
- Прекинувачи: вакуумски (VCB) или LBS+осигурувачи каде што е дозволено (за 7.2 MVA најчесто VCB со релен).

5.2 Функција по ќелија

(A) СН трафо ќелија (20 kV – трансформаторско поле)

- Прекинувач на моќност (VCB) + раздвојувач/заземјувач

- Струјни трансформатори (СТ) за заштита
- Релејна заштита (типично): 50/51, 50N/51N, 49 (термичка), 63/температурни сигнали од трансформатор; по потреба REF/87T (концептно)
- Механички/електрични блокади за безбедно маневрирање

(В) СН мерно-спојна ќелија (20 kV – мерно место и спојување)

- Мерни трансформатори (НТ/СТ) за пресметковно мерење (класа и шема по ОДС)
- Споен прекинувач/секционирање (ако се бара за прстен/две траси)
- Комуникациски интерфејс за телеметрија/далечинска команда (ако ОДС го бара за УСЕЕ)

(С) Две СН далекуводни ќелии (20 kV – изводни полиња)

- По едно поле за секој далекувод, со VCB или LBS (по услов)
- Заштита на извод: 50/51, 50N/51N; по потреба насочна земјоспојна/струјна (ако мрежата е прстенеста)
- Заземјувач и тест точки за кабли/изводи

6) Два 20 kV далекувода – 2×780 m

Описот „далекувод“ најчесто имплицира воздушен 20 kV вод (столбови, проводници, изолација, заземјување, громобрани), но ако трасата е урбана/рестриктивна може да биде и подземен кабелски вод (значително поскап). Во проектната документација се дефинира:

- тип на вод (воздушен/подземен),
- пресек (термички и механички),
- број и тип на столбови/темели, аголни/затегачки места,
- приклучни точки и заштита од пренапони на краевите.

7) Заземјување и пренапонска заштита

- Се изведува заземјителна мрежа за ТС (СН постројка + трансформатор + метални конструкции), со мерење на отпорност и проверка на напон на допир и напон на чекор.
 - При проектирање, Мрежни правила експлицитно бараат да се почитуваат препораките на МКС EN 50522 за постројки над 1 kV.
 - Се предвидуваат пренапонски одводници (MOV) на 20 kV страна и по потреба на 0.63 kV страна (според координација на изолација).
-

8) Далечински пренос на податоци и далечинско управување (обврска за УСЕЕ)

За оператор на складиште/УСЕЕ, Мрежните правила бараат да не биде ставен под напон без обезбеден далечински пренос на податоци и далечинско управување со прекинувачите на моќност (услови и начин дефинирани во Мрежните правила). Затоа, во приклучокот практично се вклучува:

- далечинска терминална единица/комуникациски уред,
- протоколи/линија до ОДС (оптика/GPRS/ethernet – по услов),
- сигнализација на статуси, мерења и можност за команда на релевантни прекинувачи.

9) Пресметковно мерење (20 kV мерно место)

- Мерното место и опремата треба да бидат на лесно пристапно место за отчитување/контрола/замена.
- Пресметковните мерни уреди/мерни трансформатори се третираат како сопственост на ОДС во делот на мерење (во рамки на нивните правила). (Во практична реализација: инвеститорот обезбедува ќелија/простор/инсталации и се усогласува кој што набавува СТ/НТ и броила.)

10) Испитувања, технички преглед и пуштање во погон

Типичен обем на тестови:

- СН: примарни/секундарни тестови на релей, функционални тестови на блокади, мерења на отпори/контакти, тест на прекинувачи
- Трансформатор: приемни тестови, изолациски тестови, проверка на заштитни сигнали
- Кабли/изводи: многу ниска фреквенција/изолациски тестови (ако има кабли), проверка на фазност
- Заземјување: мерења и протоколи
- систем за надзор и управување/далечинска терминална единица: тест на телеметрија и далечинско управување согласно барања на ОДС

11) Приказ на трошоци (индикативна капитални трошоци пресметка за РС Македонија)

Подолу е буџетска проценка (типично ниво $\pm 20-30\%$), само за приклучокот (не вклучува батерии/PCS контејнери како технологија на складиштето). Структурата е усогласена со логиката на трошоци што Мрежните правила ја делат на документација/проектирање, опрема и изведба.

За конверзија користам среден курс 1 EUR = 61.5300 MKD (НБРМ референца преку курсна листа на банка).

Табела: трошоци (без ДДВ)

Бр. Ставка	Кол.	Ед. цена (EUR)	Вкупно (EUR)
1 Проектирање, студии, согласности/дозволи, надзор	1	30,000	30,000
2 Градежни работи (простор/киоск/ТС, темели, кабелски канали, ограда, заземјување)	1	70,000	70,000
3 Трансформатор 20/0.63 kV, 7.2 MVA со опрема и транспорт	1	190,000	190,000
4 СН постројка 20 kV – 4 келии (трафо, мерно-спојна, далекуводни) + релен/интерлок	2 1	90,000	90,000
5 SCADA/RTU, далечинско управување и телекомуникации до ОДС	1	20,000	20,000
6 НН 0.63 kV инсталација 250 m (комплет паралелни кабли/или busduct, носачи, завршетоци)	1	180,000	180,000
7 20 kV далеководи 2x780 m (столбови, проводници, темели, заземјување, монтаж)	1	85,000	85,000
8 Приклучни СН кабли/муфови/завршетоци + приклучување во постојна мрежа	1	15,000	15,000
9 Испитувања, мерења, протоколи, пуштање во погон	1	12,000	12,000
МЕГУЗБИР			692,000
Резерва/непредвидени (10%)			69,200
ВКУПНО (без ДДВ)			761,200 EUR

Вкупно во MKD (без ДДВ)

- $761,200 \text{ EUR} \times 61.5300 = 46,836,636 \text{ MKD}$

Ако се пресметува ДДВ 18% (ориентациски)

- 898,216 EUR или $\approx 55,267,230 \text{ MKD}$ (ДДВ често е одбитен за правни лица – зависно од статусот)

**20. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ФОТОНАПОНСКА
ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА СО ИНТЕГРИРАН БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА
ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ ЕНЕРГО Р“**

1) Општ концепт на приклучок (ПСС на ФВЕ „Енерго Р“ 3,3 MW + БЕС 1 MW)

Фотонапонската електроцентрала (ФВЕ) „Енерго Р“ со инсталирана моќност 3,3 MW и интегрирано складиште на електрична енергија (БЕС) со моќност 1 MW се приклучува на дистрибутивна мрежа 20 kV преку сопствена трансформаторска станица (ТС) со трансформатор 5 MVA и 20 kV среднонапонска постројка (СНП) со:

- 1× трансформаторска ќелија (ТС ќелија)
- 1× мерно-спојна ќелија (МС ќелија)
- 2× изводни (далекуводни) ќелии на 20 kV

Од двете далекуводни ќелии продолжуваат 20 kV далекуводи со вкупна должина 7.580 m (во пракса ова може да значи *вкупно* 7,58 km или *по* 7,58 km за секој вод – во трошоците подолу ги прикажувам двете варијанти).

За започнување на постапката и дефинирање на условите, операторот на дистрибутивниот систем бара поднесување Барање за согласност за приклучување преку нивната платформа. Вообичаено се доставуваат и еднополна шема, основен проект и технички карактеристики на постројката (меѓу другото).

2) Функционален опис (еднополна логика)

Блокови на системот:

1. ФВ генерација (3,3 MW): инвертори/централни инвертори кои произведуваат наизменична струја на 0,63 kV, синхронизирани со мрежата преку контролер на централата (Plant Controller).
2. БЕС (1 MW): батериски систем со двонасочен конвертор (PCS) на 0,63 kV (или преку сопствен LV табло), со можност за:
 - полнење (апсорпција на активна моќност),
 - празнење (испорака на активна моќност),
 - поддршка со реактивна моќност/напон (во граници дозволени од условите на ОДС).

3. Главно НН разводно табло 0,63 kV: собирање на изводите од ФВ инвертори и PCS, главен прекинувач, мерни точки за внатрешен мониторинг, SPD и селективна заштита.
4. Внатрешна НН инсталација 0,63 kV (425 m): кабловска/каналска врска од НН табло до трансформатор (види дел 3).
5. Трансформатор 5 MVA 0,63/20 kV: подигање на напон на 20 kV.
6. СН постројка 20 kV:
 - ТС ќелија: прекинувач + заштити за трансформатор/извод,
 - МС ќелија: мерни ТС/НС (СТ/НТ) за фактурно мерење, спојување и интерфејс кон ОДС,
 - 2 далекуводни ќелии: изводи кон 20 kV далекуводи.
7. 20 kV далекуводи (7.580 m): врска до точка/и на приклучување кон постојна 20 kV мрежа (радијално или како дел од прстен).

3) Нисконапонски дел 0,63 kV – внатрешна инсталација 425 m

3.1 Техничка намена

Внатрешната НН инсталација служи за пренос на целокупната активна моќност од ФВЕ + БЕС кон трансформаторот. Бидејќи напонот е релативно низок (0,63 kV), струите се високи, па решението типично е:

- повеќепаралелни кабловски системи по фаза (повеќе паралелни кабли/фази),
- или шински развод (шинопровод) ако просторот и трасата го дозволуваат.

3.2 Клучни инженерски критериуми

- Термичка оптоварливост на каблите (континуирано + краткотрајни режими од БЕС).
- Пад на напон по должина (425 m) – да се ограничи за да не се намали ефикасност/стабилност.
- Краткоспојни струи и избор на прекинувач/осигурачи/селективност.
- Начин на полагање: ров со песок/заштитни плочи и сигнална лента или кабловски канали, согласно локални стандарди и услови на ОДС/општина.

4) Трансформатор 5 MVA (20/0,63 kV) – функција и опрема

Трансформаторот е главен елемент на приклучокот и се предвидува како:

- маслен енергетски трансформатор (типично ONAN, со можност за мониторинг),
- номинална моќност 5 MVA (доволна резерва за 3,3 MW + 1 MW, плус реактивна компонента),

- опрема: Бухолц, термометрија, релен за притисок, нивомер, пренапонски одводници на 20 kV страна, приклучни изолатори и заземјување.

Градежно се изведува фундамент, корито за масло/задржување, ограда и пристап за сервис.

5) 20 kV среднонапонска постројка – состав и улога на ќелиите

5.1 Трансформаторска ќелија (СН – ТС ќелија)

- вакуумски прекинувач (или прекинувач со еквивалентна технологија),
- заштита: надструјна и земјоспојна (50/51, 50N/51N), термичка (49), по потреба насочна, и логики за блокади,
- командување локално/далечински (ако го бара ОДС).

5.2 Мерно-спојна ќелија (МС ќелија)

- СТ/НТ за фактурно мерење (класа и точност согласно условите на ОДС),
- мерни уреди за активна/реактивна енергија, максимална моќност, профили, и по потреба мерач за квалитет на енергија,
- спојни функции (кај прстенести режими) и интерфејс за телеметрија.

5.3 Две изводни (далекуводни) ќелии

- изводи кон 20 kV далекуводите,
- заштита на извод: надструјна/земјоспојна, селективност со постојни заштити на мрежата,
- можност за моторно управување и сигнализација (систем за надзор и управување), ако е услов за приклучок.

6) 20 kV далекуводи (7.580 m) – технички опис

Далекуводите се изведуваат како 20 kV надземни водови (типично бетонски или дрвени столбови, зависно од терен/услови), со:

- проводник (Анаизменична струја/ААнаизменична струја/наизменична струјаSR – избор според струјно оптоварување и механички услови),
- изолаторски синдири/потпори, овесна и затегачка опрема,
- заземјување на столбови на критични точки и пренапонска заштита на влез/излез,
- расклопувачи/сечачи за секционирање и оперативност,
- премини преку патишта/реки со соодветни висини и механичка заштита.

Во зависност од концептот на ОДС, двата изводи може да се користат:

- како две независни радијални врски, или

- како прстен (ring) со нормално отворена точка (N.O.P.) за да нема паралелно напојување без дозвола.

7) Заштита, мерење, управување (ФВЕ + БЕС) на точка на приклучување (20 kV)

7.1 Интерфејс заштита (grid interface)

На точката на приклучување се имплементираат функции типично барани за производители:

- под/наднапон, под/надфреквенција,
- anti-islanding (пасивна + активна логика преку инвертори/контролер),
- ROCOF / vector shift (каде што е прифатено од ОДС),
- логика за далечинско исклучување од ОДС (trip).

7.2 Контролер на централата (Plant Controller)

Систем кој координира ФВ и БЕС за:

- ограничување на извоз (ако има лимит),
- рамп-рејт контрола (порамнување флукутации),
- управување со $\cos\phi/Q(P)$ според барања на мрежата,
- сет-поинти од ОДС преку систем за надзор и управување/далечинска терминална единица.

8) Заземјување, громобран, квалитет на енергија

- Заземјување: заедничка заземјувачка мрежа за ТС, СНП, трансформатор, метални маси и огради; проверка на допирен/чекорен напон.
- Громобран и пренапони: пренапонски одводници на 20 kV страна, SPD на НН табла (тип I/II во зависност од процена на ризик).
- Хармоници и flicker: инверторите и PCS да обезбедат усогласеност со дозволени емисии; по потреба се предвидуваат филтри/реактори.

9) Испитувања и пуштање во работа (минимум)

- тестови на трансформатор (однос, изолација, отпори, масло),
- HV тест на СН кабелски делови/опрема (ако има),
- секундарни тестови на релени и функционални логики,
- систем за надзор и управување/телеметрија тест кон ОДС,
- пробна експлоатација и мерење на квалитет на енергија.

10) Приказ на трошоци (ориентационо, за изведба во РС Македонија)

Важно за регулаторниот дел

За нестандартен приклучок (што во пракса е најчест случај за ваква централа на 20 kV со нови далекуводи), во Мрежните правила е предвидено надоместокот/трошокот да се утврдува според реалните трошоци неопходни за изградба на приклучокот/реконструкција.

Основни претпоставки за оваа пресметка

- Цените се буџетска проценка (не се понуда), со типични балкански добавувачи и локална изведба.
- Далекуводи: прикажувам две сценарија, бидејќи формулацијата „две полиња продолжуваат со далекуводи со должина 7.580 m“ може да се чита на два начини:
 - Сценарио А: вкупно 7,58 km (двата вода заедно)
 - Сценарио В: 7,58 km по вод → вкупно 15,16 km
- ДДВ пресметано со 18%.
- Конверзија: 1 EUR ≈ 61,7174 MKD (курс прикажан на 20.01.2026).

Проценка на капитални трошоци за приклучок (вкл. трансформатор)

Ставка	EUR (A: 7.58 km) (B: 15.16 km)	
5 MVA трансформатор 20/0.63 kV, ONAN, испорака+монтажа	120 000	120 000
20 kV среднапонска постројка (4 ќелии: трафо, мерно-спојна, 2 изводи) + релен/СТ/НТ	95 000	95 000
НН 0.63 kV внатрешна инсталација (кабли/канали/спојници) 425 m	110 000	110 000
Заземјување и громобран (мрежа, мерни точки, СПД)	22 000	22 000
Градежни работи (фундаменти, кнос/просторија, канали, пристап)	60 000	60 000
SCADA/телеметрија до ОДС (RTU, комуникација, протоколи)	25 000	25 000
Испитувања и пуштање (реле тест, HV тест, PQ мерки)	15 000	15 000
Проектирање, надзор, геодезија, дозволи	35 000	35 000
20 kV надземни далекуводи (мат.+монтажа)	265 300	530 600
Основна сума (без резерва/маржа/ДДВ)	747 300	1 012 600

Ставка	EUR (A: 7.58 km)	EUR (B: 15.16 km)
Резерва (10%)	74 730	101 260
Изведувачка режија+добивка (8% на база+резерва)	65 762	89 109
Меѓузбир (без ДДВ)	887 792	1 202 969
ДДВ (18%)	159 803	216 534
Вкупно со ДДВ	1 047 595	1 419 503

Вкупно со ДДВ (во MKD):

- Сценарио А: $\approx 64\,654\,842$ MKD
- Сценарио В: $\approx 87\,608\,046$ MKD

21. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ФОТОНАПОНСКА ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА СО ИНТЕГРИРАН БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ ФОРТИС ЕНЕРГЕТИКА И ГРАДЕЖНИШТВО “

1) Основни податоци за приклучокот

Предмет на овој технички опис е приклучокот на фотонапонска електроцентрала „ФОРТИС Енергетика и Градежништво“ со инсталирана моќност 22,4 MW, со интегрирано батериско складиште (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) 7,52 MW, на електропреносната мрежа 110 kV преку нова трафостаница 110/35 kV.

Приклучокот се реализира со:

- Нова ТС 110/35 kV со еден енергетски трансформатор 40 MVA (35/110 kV).
- 110 kV разводно постројување со: 2 далекуводни изводни полиња + 1 трансформаторско поле.
- 35 kV разводно постројување со: 3 влезни далекуводни полиња (за довод од ФЕЦ/БАТЕРИСКИ СИСТЕМ и/или резервни/идни проширувања).
- Приклучен двоен 110 kV далекувод, должина 6,5 km, преку кој се врши поврзување на новата ТС со постојната преносна инфраструктура.

Границата на сопственост/одговорност и техничките услови за приклучување на 110 kV ниво се дефинираат со мрежните правила (Мрежен кодекс) на АД МЕПСО, кој е одговорен за преносниот систем на 400 kV и 110 kV.

2) Концепт на приклучок и функционална еднолиниска шема (описно)

(а) ФЕЦ 22,4 MW

ФЕЦ се состои од PV низи и инвертори (еднонасочна струја/наизменична струја), со излез на нисконапонско ниво, кои преку повеќе блок-трансформатори (пример 0,8/35 kV или 0,4/35 kV – зависно од проект) ја предаваат енергијата во 35 kV колекторски систем.

(б) БАТЕРИСКИ СИСТЕМ 7,52 MW

БАТЕРИСКИ СИСТЕМ е поврзан преку PCS (двонасочни конвертори) и соодветен степ-ап трансформатор(и) на 35 kV, со можност за:

- извоз на активна моќност (празнење),
- увоз (полнење),
- брза реактивна поддршка и стабилизација на напонот на точка на приклучување.

(в) 35 kV колектор → TC 110/35 kV

Енергијата од ФЕЦ/БАТЕРИСКИ СИСТЕМ доаѓа до новата TC преку 35 kV доводи (кабли/надземни водови – според основниот проект), кои се приклучуваат на 35 kV далекуводни полиња.

(г) Трансформација 35/110 kV

На 35 kV шините е приклучен енергетскиот трансформатор 40 MVA, со пренос на моќност на 110 kV страна.

(д) 110 kV изводи → двоен 110 kV далекувод → постојна TC/јазол

Од 110 kV шините преку две далекуводни полиња се реализира двојниот 110 kV далекувод (6,5 km) до точката на приклучување во постојната преносна мрежа (влез во постојна TC или in-out врска на постоечки 110 kV вод).

3) Трафостаница 110/35 kV – технички опис по подсистеми

3.1 110 kV постројка (најчесто AIS – надворешна)

Типичен состав на 110 kV далекуводно поле:

- прекинувач 110 kV (SF₆ или вакуум во зависност од концепт),
- разделувачи со заземјувачи,
- мерни трансформатори: струјни (СТ) и напонски (НТ/КНТ),
- одводници на пренапони,
- шински систем (едношини или двошини – според системските барања),
- кабелски ровови/канали до командна зграда.

Трансформаторско поле 110 kV вклучува аналогна примарна опрема, прилагодена за приклучок на трансформаторот и неговата диференцијална/резервна заштита.

3.2 Енергетски трансформатор 35/110 kV, 40 MVA

Типични технички параметри (се финализираат со техничка спецификација):

- Номинална моќност: 40 MVA, 50 Hz
- Напони: 110 kV / 35 kV
- Регулација на напон: OLTC на 110 kV страна (најчесто $\pm 10\%$ во чекори)
- Ладење: ONAN/ONAF
- Приклучоци/вектори: согласно мрежен концепт (пр. YNd11 – да се потврди во проект)

Се предвидува:

- масло-јама/када за задржување масло (еколошка заштита),
- противпожарна заштита (детекција, пристап, пожарни прегради ако е потребно).

3.3 35 kV постројка (најчесто метално-оклопена – внатрешна)

35 kV постројка со минимум 3 влезни далекуводни полиња, плус полиња за:

- трансформаторски довод (35 kV страна на ЕТР),
- шинска секција/спојка (по потреба),
- мерни ќелни, заземјувачки ќелни.

Секое поле вклучува вакуум прекинувач, СТ/НТ, заземјувач, кабелски завршетоци и микропроцесорска заштита.

3.4 Команда, заштита, автоматика, сопствени потреби

Се предвидува командна зграда со:

- релси за заштита (110 kV водови, трансформатор, 35 kV изводи),
- систем за надзор и управување/далечинска терминална единица за далечинско управување и мониторинг,
- еднонасочна струја систем (батерии 110/220 V еднонасочна струја, полначи),
- наизменична струја сопствени потреби (0,4 kV развод, UPS за критични потрошувачи),
- телекомуникациска опрема и синхронизација на време (GPS/NTP).

3.5 Заземјување и громобранска заштита

- Главна заземјувачка мрежа (mesh) со проверка на допирни/чекорни напони.
 - Еквипотенцијално поврзување на целата примарна и секундарна опрема.
 - Громобранска заштита на отворената 110 kV постројка, одводници на пренапони на критични точки (водови, трансформатор).
-

4) Приклучен двоен 110 kV далекувод – технички опис

Далекуводот е 110 kV двоен (две кола) со должина 6,5 km, наменет за:

- пренос на произведената енергија од ФЕЦ/БАТЕРИСКИ СИСТЕМ до преносниот јазол,
- зголемена оперативна флексибилност (можност за работа со едно коло при ремонт/дефект – зависно од режимот на преносната мрежа и дозволите).

Типични елементи:

- челично-решеткасти или челични столбови (според терен/ветер/мраз),
- фазни проводници (наизменична струјаSR/ААнаизменична струја – според загуби и механика),
- заштитно јаже и/или ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ (оптичко влакно) за телекомуникации и заштита со далечинска комуникација,
- изолаторски синџири, арматура, темели, заземјување на столбовите,
- минимални електрични растојанија и коридор согласно важечки стандарди и одобрена проектна документација.

На двата краја се изведуваат терминални врски во 110 kV полињата (нова ТС и постојниот приклучен објект).

5) Заштити, мерење и управување (точка на приклучување функционалности)

5.1 Заштита на 110 kV водови

Типично:

- дистанчна заштита (21) + насочена земјоспојна (67N),
- заштита со далечинска комуникација преку ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ (линиска диференцијална 87L или POTT/PUTT шеми),
- автоматско повторно вклучување (ако е дозволено по системски услови),
- грешка на прекинувач (50BF), синхро-проверка (25) каде е потребно.

5.2 Заштита на трансформатор

- диференцијална (87T),
- Бухолц/PRD/температурни заштити,
- резервни прекуструјни и земјоспојни заштити,
- OLTC надзор и блокади.

5.3 35 kV изводи (доводи од ФЕЦ/БАТЕРИСКИ СИСТЕМ)

- прекуструјна + земјоспојна,

- насочни функции по потреба,
- заштити за кабел (ако е кабловски довод) и логика за селективност.

5.4 Мерење и квалитет на енергија

- мерни трансформатори на точка на приклучување (најчесто 110 kV страна) и приходно мерење според барањата на операторот на системот,
- мерење на активна/реактивна енергија, регистри на максимална моќност,
- континуирано следење на напон, фреквенција, фактор на моќност, хармоници/THD (по потреба).

5.5 Управување на активна/реактивна моќност

Контролниот систем на ФЕЦ+БАТЕРИСКИ СИСТЕМ треба да обезбеди:

- ограничување на извозната моќност на договорената вредност на точка на приклучување,
- напонска регулација ($Q(U) / \cos\phi(P)$ режими),
- брза поддршка преку БАТЕРИСКИ СИСТЕМ при флукутации, рампирање и услуги за систем (ако се договорени).

6) Приказ на трошоци (ориентационо), адаптирани за РС Македонија

6.1 Основа за ориентација

За локална калибрација се земени јавни референтни информации:

- пример за 110 kV далекувод во РСМ: 33,7 km со инвестиција 3,5 милиони € (рехабилитација/замена на столбови).
- пример за ТС 110/35/10 kV „Централна“ (Скопје): досега инвестирани 11 милиони € (урбана/комплексна изведба).
- пример за реконструкција на ТС 110/35/10 kV „Штип 1“: 2 милиони € (реконструкција).
- европски „unit cost“ индикатори (наизменична струјаER, 04.07.2023):
 - 110–150 kV 2 circuits overhead line: медијана 0,26 M€/km (просек 0,325 M€/km)
 - New AIS substation 6–9 полиња: медијана 9,943 M€ / asset
 - трансформатори (пример 150/60): медијана ~1,098 M€ / asset (Овие ЕУ индикатори служат како горна/референтна рамка; во РСМ често се постигнуваат пониски цени зависно од локација и пазар.)

Курс за пресметка: 1 € ≈ 61,55 ден. (ориентационо).

6.2 Детален приказ (без ДДВ), со опсег (низок / најверојатен / висок)

Ставка	Единица / количина	Низок (М€)	Најверојатен (М€)	Висок (М€)
А) Нова ТС 110/35 kV – градежни примарна/секундарна опрема (без ЕТР)	+ ~6 полиња вкупно	3,3	4,7	6,0
Б) Енергетски трансформатор 110/35 kV, 40 MVA (со транспорт/монтажа/испитувања)	1 компл.	1,2	1,5	1,8
В) 110 kV двоен далекувод 6,5 km (столбови, проводници, темели, монтажа)	6,5 km	1,3	1,7	2,6
Г) ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ/заштита со далечинска комуникација, телекомуникациска опрема, RTU/SCADA интеграција	компл.	0,15	0,25	0,35
Д) Прилагодувања во постојната ТС/точка на приклучок (доп. 110 kV поле/терминација/заштити)	компл.	0,7	1,0	1,5
Ѓ) Просктирање, ревизија, дозволи, геодезија, надзор	компл.	0,4	0,6	0,9
Е) Имотно-правни, коридор, надоместоци, пристапни патишта (по потреба)	компл.	0,2	0,4	0,8
Ж) Пуштање, функционални тестови, примопредавање	компл.	0,15	0,20	0,30
З) Непредвидени (contingency)	10–15%	0,6	1,0	1,7
ВКУПНО		8,0	10,95	15,65

Вкупно во денари (без ДДВ):

- Низок: ~492 милиони ден.
- Најверојатен: ~674 милиони ден.
- Висок: ~963 милиони ден.

22. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ФОТОНАПОНСКА ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА СО ИНТЕГРИРАН БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ГИМ ЕНЕРГЕТИКА“

1) Општ опис на приклучокот

Фотонапонската електроцентрала „ГИМ Енергетика“ со инсталирана активна моќност 50,34 MW и интегрирано батериско складиште (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) со инсталирана моќност 10 MW се приклучува на електропреносната мрежа (110 kV ниво) преку нова 110/35 kV трафостаница (ТС) и приклучен двоен 110 kV далекувод со должина 7,2 km.

Според Мрежните правила, при радијално приклучување преку високонапонска ТС и приклучен високонапонски вод/водови, трафостаницата и радијалните водови ѝ припаѓаат на страната корисник (инвеститор), а местото на разграничување е на затезните изолатори на порталот во системската ТС на МЕПСО.

2) Концепт на електрична евакуација (еднолиниска логика)

PV инвертери + MV трансформатори/колектор (35 kV) и PCS на БАТЕРИСКИ СИСТЕМ + трансформатор кон 35 kV се собираат на 35 kV собирници во новата ТС, а потоа преку главен трансформатор 35/110 kV, 63 MVA енергијата се изведува на 110 kV собирници и се пренесува до системската ТС на МЕПСО преку двоен 110 kV далекувод.

Скица (текстуална):

PV 35 kV фидери + БАТЕРИСКИ СИСТЕМ 35 kV фидер → 35 kV собирници (ТС ГИМ) → TR 35/110 kV 63 MVA → 110 kV собирници (ТС ГИМ) → 2×110 kV водни полиња → двоен 110 kV далекувод 7,2 km → системска 110 kV ТС (МЕПСО)

3) Нова 110/35 kV трафостаница (распоред и главна опрема)

3.1 Поставеност и полиња (според вашиот концепт)

ТС е организирана со:

- 110 kV постројка:
 - 2 излезни 110 kV далекуводни полиња (за двојниот приклучен далекувод)
 - 1 трансформаторско поле (110 kV страна)
- 35 kV постројка:
 - 6 влезни 35 kV далекуводни (кабелски) полиња (за PV/БАТЕРИСКИ СИСТЕМ колектор и/или изводи по секции)

3.2 Главен енергетски трансформатор

- 1× 35/110 kV трансформатор, 63 MVA, со регулација под оптеретување (OLTC), вграден мониторинг (температури, гасови, влага), заштити (Бухолц, диференцијална, REF, термичка итн.).
- Трансформаторот се димензионира така што ќе ги покрие договорените работни режими (извоз/увоз за БАТЕРИСКИ СИСТЕМ), се ограничува комбинираната работа (PV + БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) за да не се надмине 63 MVA при барана реактивна моќност.

3.3 110 kV постројка (типично решение)

За секое 110 kV поле се предвидува комплет примарна опрема:

- прекинувач (SF₆ или вакуум/хибрид – според избраниот тип постројка),
- собирнички и линиски раставувачи со заземјувачи,
- мерни трансформатори (СТ/НТ),
- одводници (surge arresters),
- портал/вовод за далекуводот и приклучни склопови.

3.4 35 kV постројка (типично решение)

- 35 kV разводна опрема (често GIS или металоклопна), со 6 полиња + (по потреба) спојно поле/секционирање на собирници за оперативна флексибилност.
- Кабелски завршетоци, мерни трансформатори, заштити по извод и (ако се бара) уред за заземјување на 35 kV неутрала (преку заземјувачки трансформатор/отпорник).

3.5 Помошни системи и градежен дел

- Сопствена потрошувачка: наизменична струја развод (0,4 kV), еднонасочна струја 110/220 V, UPS, батерии, дизел-генератор (по потреба).
- Системи: заземјување и изедначување потенцијали, громобранска заштита, ограда/контролиран пристап, противпожарна заштита (вкл. масло-јами/сепаратори за трансформатор), објект за командување/релејна сала.

4) Приклучен двоен 110 kV далекувод (7,2 km)

- Далекуводот е 110 kV двоен, кој се реализира преку двете 110 kV водни полиња во новата ТС.
- Вообичаено се предвидува:
 - челично-решеткасти столбови,
 - проводници со соодветен пресек (термички капацитет да покрие 50,34 MW + работни режими на БАТЕРИСКИ СИСТЕМ),
 - заштитно јаже/ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ за телекомуникации и диференцијална/дистанцна заштита,
 - оптичка комуникација за систем за надзор и управување/пренос на мерни и статусни сигнали.

5) Секундарни системи: заштита, мерење, автоматика, телекомуникации

5.1 Релејна заштита

Мрежните правила бараат во секоја точка на приклучок да има соодветни уреди за заштита и прекинувачи, а деталниот опис на релејната заштита што треба да ја имплементира корисникот се дефинира во Студијата за приклучување.

Типично се применуваат:

- 110 kV далекувод: дистанцна заштита + (по можност) линиска диференцијална преку ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ, авто-повторно вклучување (AR), синхро-чек.
- Трансформатор: диференцијална, REF, прекуструјни, термичка, Бухолц, пренапон/поднапон на изводи.
- 35 kV изводи: прекуструјни/земјоспојни, насочни (ако се бара), заштита на кабли.
- Генерациски модул (PV+БАТЕРИСКИ СИСТЕМ): U/f заштити, ROCOF/anti-islanding (во координација со МЕРСО), ограничувања преку РРС.

МЕРСО има право да определи напони на точката на приклучување при кои модулот може автоматски да се исклучи (услови/сетирања се договараат).

5.2 Мерење и размена на податоци (систем за надзор и управување)

За производни единици, мерното место е дефинирано во Студијата за приклучување. Дополнително, сопственикот на постројка за производство треба во реално време да му обезбеди на МЕРСО најмалку: положби на расклопна опрема, како и активна/реактивна моќност, струја, напон и фреквенција во точката на приклучување (или договорена точка).

Практично тоа значи:

- далечинска терминална единица/систем за надзор и управување gateway во ТС,
- IEC 60870-5-104 или IEC 61850 (по барање на МЕРСО),
- синхронизација на време (GPS/NTP),
- комуникациски канал преку ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ/оптика до диспечерски центар.

6) Усогласеност со мрежни барања за 110 kV (напонски и реактивни услови)

6.1 Дозволени напони и останување приклучен

За 110 kV напонско ниво, општата дозволена работа е во опсег 99–123 kV. Дополнително, за модул за производство на 110 kV, Мрежните правила дефинираат временски опсези на работа при под/пренапони (пример: континуирано во ~0,90–1,118 pu, и ограничено време за пошироки опсези).

6.2 Контрола на реактивна моќност/напон (клучно за PV+БАТЕРИСКИ СИСТЕМ)

Модулот мора да биде способен да работи во режими:

- контрола на напон (со зададена вредност во граници ~0,95–1,05 pu), со типично 2–7%, или

- контрола на реактивна моќност, или
- контрола на фактор на моќност.

Во случај на онлајн задавање на работна точка ($Q/\cos\phi / U$), новата спецификација треба да се реализира во точката на приклучување во рок од 1 минута.

7) Постапка и договорни рамки (инженерски аспект)

Постапката за приклучување е дефинирана во Мрежните правила, а во барањето за согласност се наведуваат и податоци за производител и складиште (MW и MWh). Обврските за градба на инфраструктурата и компензација на трошоци се дефинираат во Договорот за приклучување.

8) Приказ на трошоци (ориентациски буџет за изведба во РС Македонија)

Напомена: Подолу е индикативна проценка (за идеен/основен проект), базирана на:

- европски unit cost индикатори за 110–150 kV двојни водови ($\approx 0,224\text{--}0,393$ милиони EUR/km)
- локални примери за реконструкции на 110 kV далекуводи во Македонија (значително пониски, $\sim 0,07\text{--}0,10$ милиони EUR/km, но тоа се реконструкции, не нов 2-circuit приклучок). Финалниот буџет се утврдува по геологија/траса, тип на постројка (AIS/GIS), барања на МЕПСО во Студијата за приклучување и прибрани понуди.

8.1 Табела на трошоци (EUR, без ДДВ)

Ставка	Количина/основа	Опсег (милиони EUR)	Забелешка
Проектирање, Студија за приклучување, геодезија, дозволи	за пакет	0,45 – 0,80	Вкл. координација со МЕПСО и надлежни
Нова 110/35 kV ТС „ГИМ“ – примарна/секундарна опрема градежно	– 9 полиња (3×110 kV + 6×35 kV)	3,80 – 5,80	Референтно: ACER индикатори за нови АС подстанции (6–9 полиња) даваат ред на големина, но ЕУ просекот е повисок.
Главен трансформатор 35/110 kV, 63 MVA (со OLTC) – набавка, 1 комплет транспорт, монтажа, испитувања		1,00 – 1,60	Ред на големина според ACER индикатори за трансформатори од слична класа.
Приклучен 110 kV двоен далекувод 7,2 km	7,2 km	1,90 – 2,80	ACER: 110–150 kV, 2 circuits $\sim 0,224\text{--}0,393$ M€/km.

Ставка	Количина/основа	Опсег (милиони EUR)	Забелешка
Доградба/адаптација во системската ТС на МЕПСО (2×110 пакет kV водни полиња + интеграција)		1,20 – 2,50	Зависи од постоечка AIS/GIS опрема и простор
Телекомуникации (ОПТИЧКО) ЗАЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ терминал, пакет RTU/SCADA, време- синхронизација, тестови)		0,25 – 0,45	Обврска за реал-тајм податоци.
Надзор/РМ/пуштање во работа пакет		0,25 – 0,40	Комисионирање, функционални тестови
Меѓузбир (без ДДВ):	8,85	–	13,55 милиони EUR
Резерва/непредвидени (≈10%):	0,89	–	1,36 милиони EUR
Вкупно (без ДДВ): 9,74 – 14,91 милиони EUR			

8.2 Вкупно со ДДВ (ако е применливо)

- со 18% ДДВ: приближно 11,49 – 17,59 милиони EUR

8.3 Во денари (ориентациски, 1 EUR ≈ 61,5 MKD)

- вкупно без ДДВ: ~707 – 917 милиони MKD
- вкупно со ДДВ: ~707 – 1.082 милиони MKD (во зависност од горниот опсег)

**23. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА
СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ПРОБАТ ЕНЕРГИЈА“****1) Опфат и основна концепција на приклучокот (50 MW БАТЕРИСКИ СИСТЕМ → 110 kV)**

Батериското складиште (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) со инсталирана активна моќност 50 MW се приклучува на електропреносната мрежа преку нова 110/35 kV трафостаница (ТС), составена од еден силов трансформатор 35/110 kV, 63 MVA и расклопни уреди на 110 kV и 35 kV. Приклучокот кон постојната 110 kV мрежа се реализира преку нов двосистемски (двокружен) 110 kV далекувод со должина 4,7 km, кој завршува во две 110 kV далекуводни полиња (по едно поле за секој систем/круг).

Поставеност на ТС (според барањето):

- 110 kV дел (AIS):
 - 2 излезни 110 kV далекуводни полиња (две кола)
 - 1 трансформаторско поле (110 kV страна на трансформаторот)
- 35 kV дел (метално-обложен расклопен уред):
 - 10 влезни 35 kV далекуводни полиња (фидери) за врска со БЕС/PCS блокови

ТСО (МЕПСО) управува со преносната мрежа на 110 kV и 400 kV, а техничките анализи/услови за планирање и експлоатација се дефинирани во „Мрежни правила за пренос на електрична енергија“.

2) Еднолиниска логика (описно)

БАТЕРИСКИ СИСТЕМ (PCS/инвертери) → блок-трансформатори (LV/35 kV, по блок) → 35 kV кабелски/воздушни врски → 35 kV расклопен уред (10 фидери) → 35/110 kV 63 MVA трансформатор → 110 kV расклопен уред (3 полиња) → 110 kV двосистемски далекувод 4,7 km → постојна 110 kV ТС / точка на приклучување (POI).

Вообичаено, за 50 MW се применува блоковска организација $10 \times \sim 5$ MW (или еквивалент), што природно кореспондира со 10×35 kV фидери.

3) 110 kV дел – примарна опрема и шема

3.1 Тип и изведба

- 110 kV надворешен расклопен уред (AIS), со шински систем (типично: едношинен со можност за секционирање; конкретната шема се усогласува со МЕРСО критериуми за сигурност/испади – N-1 филозофија).
- Номинален напон: 123 kV (опрема за 110 kV класа)
- Номинална струја на шини: типично 1250–2000 A (се избира според струјни пресметки)
- Краткоспојни нивоа (ориентациски): 25–31,5 kA / 1s (се потврдува со МЕРСО студија за куси врски)

3.2 Состав на секое 110 kV далекуводно поле (за секој круг)

- Прекинувач 110 kV (SF₆ или вакуум во GIS варијанта – тука AIS најчесто SF₆)
- Разделувачи и заземјувачи (линиски/шински)
- Струјни трансформатори (СТ), напонски трансформатори (НТ/КНТ)
- Одводници на пренапони
- Терминален приклучок за ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ/заштита со далечинска комуникација (ако се користи ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ)

3.3 Трансформаторско поле на 110 kV

- Прекинувач + разделувачи + СТ/НТ според шемата
- Диференцијална заштита на трансформатор, земјоспој/преоптоварување, Бухолц, термика, притисок, OLTC надзор итн.

4) Силов трансформатор 35/110 kV, 63 MVA (дел од приклучокот)

Основни барања (типично за ваков приклучок):

- Моќност: 63 MVA (резерва над 50 MW за загуби, реактивна размена и краткотрајни преоптоварувања)
 - Напони: 110 kV / 35 kV
 - Регулација: OLTC (обично на 110 kV страна) за одржување на 35 kV шински напон
 - Ладење: ONAN/ONAF
 - Векторска група: се дефинира според шемата на заземјување на 35 kV системот и барања за хармоници (честа опција е YNd11 или YNyn0 со дополнителна мерка за заземјување на 35 kV шините – се усогласува во основен проект).
-

5) 35 kV дел – расклопен уред и приклучување на БЕС блокови

5.1 Конфигурација

- 35 kV метално-обложен (indoor) расклопен уред со:
 - 10 влезни полиња (фидери кон БЕС/PCS блокови)
 - (во практика најчесто се додава поле „шинска спојка“ и/или мерно поле; ако не се бара формално, се предвидува барем функционален еквивалент за секционирање и одржување)

5.2 Типична опрема по 35 kV поле

- Вакуум прекинувач
- Разделувач/заземјувач (во зависност од типот на постројка)
- СТ/НТ за заштита и мерење
- Релејна заштита (ОС/ЕФ, насочна земјоспојна по потреба, и логики за координација со БАТЕРИСКИ СИСТЕМ)

5.3 MV кабли/врски до блоковите

- 35 kV кабли (XLPE) од БЕС блоковите до 35 kV шините/полињата, со кабелски глави и заземјување на екрани.
- Трасите се проектираат за минимални загуби и јасни коридори (кабелски канали/ровови), со механичка и пожарна сегрегација.

6) Заштита, управување, мерење, систем за надзор и управување и телекомуникации

6.1 Размена на податоци со МЕПСО (систем за надзор и управување/далечинска терминална единица)

За корисници приклучени на електропреносниот систем, МЕПСО дефинира обврска за реално-временска размена на податоци (позиции на расклопна опрема, активна/реактивна моќност, струја, напон, фреквенција, ограничувања на P/Q итн.). Ова е клучно за интеграција на БАТЕРИСКИ СИСТЕМ како „значаен модул“ од аспект на управување и сигурност.

Практично, во ТС се предвидуваат:

- далечинска терминална единица/систем за надзор и управување gateway (често IEC 60870-5-104 или IEC 61850 gateway – според МЕПСО барање)
- Мерења на POI (110 kV страна): P, Q, U, I, f, енергија (A+/A-/R+/R-)
- Далечински команди и интерлокинг (по договорена матрица)

6.2 Релејна заштита (типична поставеност)

- 110 kV линии: дистантна заштита + заштита со далечинска комуникација (преку ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ) + автоматско повторно вклучување (ако е дозволено за конкретната врска)
- Трансформатор: диференцијална, земјоспој, преоптоварување, Бухолц/притисок/температура
- 35 kV фидери: надструјна и земјоспојна, селективност со БАТЕРИСКИ СИСТЕМ заштити
- Грешка на прекинувач, шинска заштита (ако се бара) и системски логики

6.3 Ускладување со мрежни кодови (поведение на БАТЕРИСКИ СИСТЕМ)

БАТЕРИСКИ СИСТЕМ (инвертерски ресурс) мора да ги исполни барањата за стабилност и поддршка на мрежата (напонска/фреквентна робустност, реактивна моќност, ride-through), кои во Европа се формализирани преку Commission Regulation (EU) 2016/631 – “Requirements for Generators”.

Конкретните сет-поинти и тестови се усогласуваат со МЕПСО и со студии за приклучување

7) Заземјување, громобранска и пренапонска заштита

- Комплетна заземјувачка мрежа на TC (mesh/grid) со пресметка на допирни и чекорни напони и теренски мерења по изведба.
- Громобрански систем на објекти, заштитни јажиња/ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ на далекуводот, и одводници на пренапони на 110 kV и 35 kV.
- Координација на изолација и пренапонски нивоа.

8) 110 kV двосистемски далекувод 4,7 km – технички опис

- Тип: 110 kV – 2 кола (две кола на исти столбови или паралелно, според простор/сервитут)
 - Проводници: наизменична струја SR/AАнаизменична струја класа избрана според струјно оптоварување и пад на напон
 - Заштитно јаже: ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ (препорачливо) за телекомуникација и заштита со далечинска комуникација
 - Столбови/темели: челично-решеткасти или армирано-бетонски (по геотехника и оптимизација на трасата)
 - Сервитут и усогласување со урбанизам/животна средина (во Македонија ова е критичен дел од рокот и документацијата)
-

9) Приказ на трошоци (ориентациони капитални трошоци за приклучок во РС Македонија)

Подолу е ориентациона проценка (+) за приклучокот (ТС – далекувод – трансформатор + примарна/секундарна опрема), без БАТЕРИСКИ СИСТЕМ батерии/PCS, со цени типични за регион (делумно увозна опрема, локална градежна изведба). За далекуводот е користен како референтен индикатор наизменична струја ER UIC за 110–150 kV, 2 circuits (медијана 0,26 милиони €/km, Q1–Q3: 0,224–0,393 милиони €/km). За трафостаници наизменична струја ER дава UIC индикатори по број на полиња (на пр. 0–5 полиња New AIS, медијана 6,692 милиони €), како широк ЕУ-опсег; во пракса конечната цена кај нас силно зависи од обемот (AIS/GIS, градежен објект, телекомуникации, барања на TCO).

Претпоставки (важни):

- Постоен достапен простор/парцела и решен имотно-правен статус.
- На постојната 110 kV ТС на крајот од далекуводот има можност за прием на двата круга (или потребните интервенции се мали).
- Сметките се без ДДВ, во милиони EUR, со информативен приказ и во милиони МКД (1 EUR ≈ 61,5 МКД).

9.1 Детален распад (Low / Base / High)

Ставка	Low (M€)	Base (M€)	High (M€)
110 kV двосистемски далекувод 4,7 km (вкл. ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ, темели, монтажа, испитувања)	1.10	1.50	2.30
110 kV AIS расклопен уред – 3 полиња (2 ДВ – 1 ТР), шински систем, мерни ТТ/НТ, одводници	1.20	1.60	2.40
35 kV метално-обложен расклопен уред – 10 влезни + поле спојка/мерење/резерва (≈11–12 полиња)	0.70	0.90	1.30
Трансформатор 35/110 kV 63 MVA со OLTC, масло, транспорт, монтажа, ФАТ/САТ	1.60	2.10	2.80
Командна/релејна зграда, сопствени потреби, DC систем, осветлување, ограда/безбедност	0.60	0.80	1.20
Заштита, управување и мерење (IEC 61850/RTU/SCADA, далеч. комуникација, синхронизација)	0.50	0.70	1.00
Заземјување и громобранска заштита (мрежа, мерења чекор/допир)	0.15	0.22	0.35
Проектирање, дозволи, надзор, пуштање во работа и приемни испитувања	0.60	0.90	1.40
Меѓузбир (без резерва)	6.45	8.72	12.75

Ставка	Low (М€)	Base (М€)	High (М€)
Резерва/непредвидени (10% / 12% / 15%)	0.65	1.05	1.91
ВКУПНО (ориентациски)	7.10 М€	9.77 М€	14.66 М€

9.2 Вкупно во МКД (информативно)

- Low: $\approx$ 436 милиони МКД
- Base: $\approx$ 601 милион МКД
- High: $\approx$ 902 милиони МКД

24. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ФОТОНАПОНСКА ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА СО ИНТЕГРИРАН БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ЗЕН ЕНЕЏИ ГРУП АРМАТУШ СОЛАР“

1) Основни податоци и концепт на приклучок

Фотонапонската електроцентрала „ЗЕН ЕНЕЏИ ГРУП АРМАТУШ СОЛАР“ (55 MW) со интегрирано батериско складиште (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) со инсталирана моќност 21 MW се приклучува на електропреносната мрежа на 110 kV преку нова/проектна трафостаница 110/35 kV со еден енергетски трансформатор 110/35 kV, $S_n = 84$ MVA.

Примарна шема (концепт):

- ФВ инвертерски блокови + БАТЕРИСКИ СИСТЕМ PCS/инвертери $\rightarrow$ собирачки 35 kV систем (внатрешна мрежа на електроцентралата).
- Влез на 35 kV во ТС преку 6 влезни 35 kV далекуводни/кабелски полиња (фидери).
- Повишување 35 $\rightarrow$ 110 kV преку трансформаторско поле.
- Излез на 110 kV преку 2 излезни 110 kV далекуводни полиња кон приклучен двоен 110 kV далекувод со должина 9,2 km (две кола/две циркулации).

Точка на приклучок / граница на сопственост: вообичаено се дефинира на првите разделни елементи (раздвојувачи) на 110 kV во ТС или на излезниот портал кон далекуводот, согласно договорот за приклучок и „мрежните правила“ (точната граница се утврдува во основниот/изведбениот проект и договорите со операторот).

2) Трафостаница 110/35 kV – 110 kV страна (примарна опрема)

2.1 Тип и распоред

За 110 kV се предвидува отворен развод (AIS) со следни полиња:

1. ДВ поле 110 kV – Линија 1
2. ДВ поле 110 kV – Линија 2
3. Трансформаторско поле 110 kV (84 MVA)

Препорачана е конфигурација една шинска система со можност за шинска секција/разделување ако операторот бара повисока расположливост, или едноставна една шинска система ако N-1 сигурност главно се обезбедува преку двојниот далекувод.

2.2 Опрема по поле (типично)

Секое 110 kV поле (линиско/трансформаторско) типично вклучува:

- Прекинувач 110 kV (SF₆ или вакуум, според понуда/стандард на операторот).
- Два раздвојувачи (шински и линиски) + заземјувачки ножеви.
- Мерни трансформатори: СТ (струјни) и НТ/КНТ (напонски) според потребите за заштита и мерење.
- Пренапонски одводници на линискиот/трансформаторскиот извод.
- Носечки конструкции, портали, спојни проводници, изолатори, обележување и механички блокади (интерлок).

2.3 Заземјување и громобранска заштита

- Заземјувачка мрежа димензионирана според специфичната отпорност на почвата, со проверка на допирни/чекорни напони.
- Громобранска заштита на разводот и командната зграда (мачти/громобрански јажиња), координирана со пренапонските одводници.
- Систем за изедначување на потенцијал на сите метални маси.

3) Трансформатор 110/35 kV – 84 MVA (трансформаторско поле)

Намена: повишување на собраната моќност од ФВЕ и БАТЕРИСКИ СИСТЕМ од 35 kV на 110 kV.

Клучни технички барања (типично за ваков приклучок):

- Номинална моќност: 84 MVA (соодветна резерва над 55 MW + 21 MW = 76 MW активна моќност).

- Регулација на напон: OLTC (регулација под оптоварување) за одржување напон на 35 kV шините и/или во точка на приклучување.
- Ладење: ONAN/ONAF (според понуда и загуби).
- Заштити и мониторинг: Бухолц, температурна заштита, притисочни релен, ниво на масло, гас-анализа (опционално), пожарна детекција.
- Градежни мерки: масло-када сепаратор за масло/вода, ограда и противпожарен систем (пена/вода-магла или според локални барања).

4) 35 kV страна – прием, развод и врска со ФВЕ и БАТЕРИСКИ СИСТЕМ

4.1 35 kV развод

Се предвидува метал-обложена 35 kV распределна опрема во затворен простор (switchgear building), со:

- 1 влезно поле од трансформаторот (35 kV)
- 6 фидерски полиња (влезни/излезни 35 kV далекуводни/кабелски полиња) кон ФВ инвертерски трафостаници/БАТЕРИСКИ СИСТЕМ и/или секционирање на собирачкиот систем
- (Препорачливо) шинска секција/шински спојник за флексибилност при одржување и дефект.

4.2 Кабелски/далекуводни врски на 35 kV

- Приклучување најчесто со XLPE 35 kV кабли до собирачките точки на електроцентралата (должините не се наведени – се дефинираат во проект).
- Терминации (GIS/air), пренапонска заштита на кабелските краеве, тестирања (многу ниска фреквенција/PD по потреба).

5) 110 kV двоен далекувод 9,2 km – технички опис

5.1 Тип и функција

- 110 kV надземен двоен далекувод (две кола), должина 9,2 km, кој обезбедува:
 - поголема преносна сигурност (можност за работа со едно коло при испад/одржување),
 - оперативна флексибилност за операторот на преносниот систем.

5.2 Основни елементи

- Челично-решеткисти или челично-цевкасти столбови (избор според терен, пристап и услови).

- Проводници со соодветен термички капацитет (типично наизменична струјаSR/ААнаизменична струја класа што обезбедува резерва над очекуваните ~400 А при 76 MW на 110 kV).
- ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ (оптички громобрански кабел) за телекомуникација/систем за надзор и управување и заштита со далечинска комуникација, или алтернативно земјовод со оптика.
- Изолаторски синдири, арматури, заштита од пренапони и заземјување на столбови.

5.3 Рута, дозволи и безбедност

- Геодетски елаборат, трасен проект, имотно-правни односи (службености), услови за премини (патишта, водотеци), заштитни појаси.
- Пресметки на механички напрегања (ветер/мраз), клиренси и електрични растојанија.

6) Заштита, мерење, управување и усогласеност со мрежни правила

6.1 Номинални напонски услови во точка на приклучување

За 110 kV мрежа, правилата наведуваат нормален работен напонски опсег (пример: 99 kV до 123 kV за 110 kV номинален напон).

6.2 Регулација на напон и реактивна моќ

За „енергетски парк модул“ приклучен на 110 kV, правилата предвидуваат:

- можност за работа со напонска референца во рамки приближно 0,95–1,05 р.и. на точката на приклучок, и
- исполнување на барана Q/Pmax карактеристика (U–Q/Pmax) за 110 kV приклучок (способност за апсорпција/испорака на реактивна моќ во зависност од напонот).

Практично, ова се реализира преку:

- Plant Power Controller (PPC) кој координира ФВ инвертери и БАТЕРИСКИ СИСТЕМ PCS во режими: U-режим, Q-режим, cosφ-режим, P-ограничувања;
- напонска регулација преку OLTC на трансформаторот (побавна компонента) + брза Q регулација од инвертерите/БАТЕРИСКИ СИСТЕМ.

6.3 Заштита и заштита со далечинска комуникација (типично)

- 110 kV линиска заштита: дистандна + насочна земјоспојна, со заштита со далечинска комуникација (ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ).
- Трансформаторска заштита: диференцијална (87T), надструјна/земјоспојна, Бухолц.
- Шинска заштита (ако е барана од операторот) и грешка на прекинувач.
- Анти-островска заштита и системски функции: ROCOF/df/dt, U/f прагови, синхро-чек при повторно вклучување.

- Мерење за фактурирање (revenue metering) на точка на приклучување (обично на 110 kV страна, според барање на операторот) + PQ анализатор.

7) Приказ на трошоци (адаптирано за РС Македонија) – приклучок (ТС + 110 kV ДВ)

Подолу е инженерска проценка (капитални трошоци) за приклучокот што ги опфаќа: трафостаница 110/35 kV (вклучително и 84 MVA трансформатор) + двоен 110 kV далекувод 9,2 km + инженеринг/надзор и непредвидени работи. Како „сидро“ за единични инвестициони трошоци за Европа се користени наизменична струјаER Unit Investment Cost indicators (на пр. за 110–150 kV двоен далекувод и за нови AIS трафостаници). Напомена: реалната цена зависи од терен, геотехника, пристапни патишта, експропријации, барања на операторот (AIS/GIS, шинска заштита, двојни батерии, резерви итн.).

Курс за пресметка: 1 EUR $\approx$ 61,53 MKD (јан. 2026 – информативно). ДДВ не е вклучен.

7.1 Директни трошоци (изведба)

Ставка	Проценка (М€)
110 kV AIS двор + 3 полиња (2 ДВ + ТР), шински систем, заземјување/громобран	2,40
35 kV метал-обложена опрема (1 влез + 6 излези + секција), МВ заштити/мерење	1,00
Трансформатор 110/35 kV, 84 MVA со OLTC + масло-када/ППЗ	1,40
Командна зграда, AC/DC сопствени потреби, SCADA/RTU, телекомуникации	1,00
Градежни работи и монтажа/пуштање (дел што не е во горните ставки)	0,40
ТС 110/35 kV – вкупно	6,20
110 kV двоен ДВ 9,2 km (проектирање/службености + столбови/темели + проводници/ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ + тестови)	2,60
Директно (ТС + ДВ)	8,80

За споредба/референца: наизменична струјаER дава медијански единичен трошок за 110–150 kV двоен далекувод околу 0,26 М€/km (со кватилен опсег приближно 0,224–0,393 М€/km).

7.2 Индиректни трошоци и непредвидени

- Инженеринг, ревизија, надзор, испитувања, приеми: ~8% од директното
- Непредвидени работи/контингенција: ~12% (типично се намалува со поголема проектна дефинираност).

7.3 Вкупна проценка (без ДДВ)

- Базна проценка:
10,64 М€ $\approx$ 654,95 милиони MKD
- Опсег (индикативно):
8,71 – 14,93 М€ $\approx$ 535,91 – 918,46 милиони MKD
(низок сценарио: поволен терен/службености и минимални барања; висок сценарио: сложена
траса, тешка геотехника, проширувања во постојни ТС, повисоки операторски барања)

7.4 Потенцијален дополнителен трошок (важно)

Ако во приемната/постојна 110 kV трафостаница нема слободни далекуводни полиња за приклучување на двата вода, може да биде потребно проширување со 2 нови 110 kV полиња (ориентациски +1,8 М€ до ниво “пуштено во работа”), што би ја подигнало базната вкупна сума на околу 12,82 М€ ($\approx$ 788,92 милиони MKD).

25. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ФОТОНАПОНСКА ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА СО ИНТЕГРИРАН БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ИНТЕР СОЛАР СИТИ“

1) Општо и предмет на описот

Овој технички опис го опфаќа приклучокот на фотонапонска електроцентрала „Интер Солар Сити“ со инсталирана наизменична струја моќност 3,6 MW, со интегрирано складиште (UCSE) 1,5 MW, на електродистрибутивна мрежа 20 kV.

Во рамки на приклучокот се вклучени:

- Трансформатор 5 MVA (20/0,63 kV) – дел од приклучокот и влегува во трошоците.
- Внатрешна НН инсталација 0,63 kV (наизменична струја) со должина 625 m.
- 20 kV среднонапонски развод со:
 - 1× среднонапонска трафо ќелија,
 - 1× среднонапонска мерно-спојна ќелија,
 - 2× изводни далекуводни ќелии.
- Два 20 kV далекувода со вкупна должина 32.840 m (види и забелешка во трошоците за можната интерпретација „по фидер“).

Забелешка за моќности (важно за барање/согласност): во измените на мрежните правила е прецизирано дека „инсталирана моќност“ е номинална наизменична струја моќност на електроцентралата или на УСЕЕ. Практично, ОДС може да ја третира инсталацијата како $3,6 \text{ MW} + 1,5 \text{ MW} = 5,1 \text{ MW}$ инсталирано, додека одобрената максимална едновремена моќност се дефинира со согласност/услови и се обезбедува со систем за управување со енергија/систем за надзор и управување ограничувања.

2) Нормативни и технички предуслови (клучни барања од ОДС)

1. Димензионирање по куса врска (минимални вредности): за 10/20/35 kV дистрибутивни мрежи опремата треба да биде најмалку 16 kA (по основ на куса врска), освен ако ОДС дефинира други проектни вредности според состојба/развој на мрежа.
2. Заземјување: при проектирање треба да се почитуваат лимитите за напон на допир/чекор, со задолжително почитување на МКС EN 50522 за постројки над 1 kV.
3. Далечински надзор и управување (услов за ставање под напон): производител нема да биде ставен под напон без далечински пренос на податоци и далечинско управување со прекинувачите на моќност согласно мрежните правила. Ова важи и при додавање УСЕЕ кај постоен производител.
4. УСЕЕ – протокол/тестирања и технички преглед: тестирањето се усогласува со ОДС со протокол, а ставање под напон се врши по позитивно мислење од интерен технички преглед за приклучокот.

3) Концепт на приклучок и еднолиниска структура

3.1 Еднолиниска логика (текстуален приказ)

PV инвертери (0,63 kV наизменична струја) + PCS за УСЕЕ (0,63 kV наизменична струја)
→ внатрешна 0,63 kV мрежа/кабелска траса 625 m
→ НН главна разводна табла 0,63 kV (главен прекинувач, мерења, селективност)
→ трансформатор 20/0,63 kV, 5 MVA
→ 20 kV развод (24 kV класа) со 4 келни
→ 2× изводни 20 kV фидери
→ 20 kV далекуводи (вкупно 32,84 km)
→ точка на приклучување / приклучна точка(и) на постоечката 20 kV мрежа на ОДС.

4) Нисконапонска внатрешна инсталација 0,63 kV (625 m)

4.1 Функција и архитектура

Внатрешната НН инсталација ја собира енергијата од:

- фотонапонските инвертери (PV),

- PCS/инвертерот на батерискиот систем (УСЕЕ),

и ја доведува до централниот трансформатор преку НН главна табла.

4.2 Кабли, траси и критериуми

- Напонско ниво: 0,63 kV (0,6/1 kV кабелска изолација).
- Траса: 625 m (во ров/канал, со предупредувачка лента, песочна постела, механичка заштита по потреба).
- Димензионирање:
 - по дозволена струја, пад на напон, термичка издржливост при краток спој, и
 - селективност со главната НН заштита.
- Поради релативно нискиот напон, струите може да бидат високи, па во пракса најчесто се применува:
 - повеќе паралелни кабелски водови по фаза и/или
 - сегментирање по инвертерски групи (повеќе фидери до главната табла).

4.3 НН разводна табла (0,63 kV)

- Главен прекинувач (наизменична струјаВ) со мерења и комуникација.
- Изводни прекинувачи кон PV групи и PCS.
- Заштити: преоптоварување/краток спој, земјоспој (каде е применливо), над/поднапон, мониторинг на хармоници и PF.

5) Трансформатор 5 MVA (20/0,63 kV)

5.1 Типични технички барања (за проект/набавка)

- Моќност: 5 MVA, 50 Hz.
- Напони: 20 kV / 0,63 kV.
- Векторска група: типично Dyn11 (или согласно системското решение на ОДС и НН заземјување).
- Регулација: оф-лоуд тап-чендер (на пр. $\pm 2 \times 2,5\%$) или друго по спецификација.
- Изолации и тестови по IEC 60076.
- Додатоци: Бухолц, термометри (масло/намотки), PRD, индикатор ниво, заземјување на казан, арестери на 20 kV страна.

5.2 Улога во ограничување на работа PV+УСЕЕ

Трансформаторот 5 MVA дава капацитет за работа на PV и УСЕЕ, но систем за управување со енергија мора да обезбеди:

- извозот кон мрежа да не ја надмине одобрената максимална едновремена моќност (сет-поинт/лимит),
- а по потреба да се обезбеди и ограничување на увоз (полнење на УСЕЕ) ако ОДС бара.

6) 20 kV среднонапонски развод (ќелии, мерење, заштита)

6.1 Конфигурација и опрема

Разводот е 24 kV класа (за мрежа 20 kV), со минимален краткоспоен капацитет 16 kA.

Состав:

1. Трафо ќелија (20 kV трансформаторско поле)
 - вакуумски прекинувач (VCB) или LBS+осигурувачи (во пракса за 5 MVA почесто VCB),
 - заштитен релеј (ANSI 50/51, 50N/51N, 49, 46; по потреба 67/67N),
 - заземјувач и меѓузаклучувања.
2. Мерно-спојна ќелија
 - СТ/НТ (мерни класи по барање на ОДС),
 - главен мерен систем (активна/реактивна енергија, профили),
 - можност за PQ мониторинг,
 - далечинско управување со прекинувачот и телеметрија.
3. 2× далекуводни изводи (20 kV фидери)
 - VCB со релејни заштити за линија (50/51, 50N/51N, по потреба насочни 67/67N),
 - подготовка за секционирање/локален реклоузер (опционално) за подобра доверливост на 32,84 km.

6.2 Задолжително далечинско управување/систем за надзор и управување

ОДС може да бара производителот:

- да доставува телеметрија (P, Q, U, I, f, статуси),
- да овозможи далечинско вкл./искл. на прекинувачи и/или далечинско ограничување на моќност, како предуслов за ставање под напон.

7) 20 kV далекуводи (32.840 m)

7.1 Основно решение (типично)

Бидејќи е наведено „далекувод“, основно решение се третира како воздушен 20 kV вод на бетонски/армирано-бетонски столбови (или дрвени/челични, по услови), со:

- 3-фазен проводник (типично наизменична струјаSR/Анаизменична струја со пресек избран по струјно оптоварување и механика),
- изолатори, конзоли, спојна опрема,
- заземјување на столбови/арестери на критични точки (влез/излез од постројка, премини, изложени делови).

Ако трасата е кабелска (подземна) наместо воздушна, трошоците и времето на изведба значително растат; во трошоците подолу давам забелешка/граница.

7.2 Електрични критериуми

- Струјно оптоварување: за 5 MVA на 20 kV струјата е приближно 144 A (номинално), што обично е во рамки на стандардни 20 kV проводници.
- Пад на напон и загуби: се проверуваат со load-flow по трасата и точки на приклучување.
- Координација на заштити: селективност меѓу изводните ќелии и постоечки ОДС заштити.

8) Заземјување и громобран

- Се изведува станичен заземјувач (мрежа/прстен) за трансформаторот, 20 kV разводот, НН таблата, металните конструкции и оградата.
- Се проектира така што напоните на допир и чекор се во дозволени граници, со задолжително усогласување со МКС EN 50522.
- Се предвидуваат пренапонски заштити (арестери) на 20 kV страна и по потреба на НН страна (SPD).

9) Испитувања и пуштање во работа

Минимален пакет:

- фабрички и теренски тестови на трансформатор (рутински/приемни),
 - HV тестови и функционални тестови на 20 kV развод (релеи, интерлокови, командување),
 - мерење отпорност на заземјување и проверка на допир/чекор,
 - тестови на далечински пренос/систем за надзор и управување и командување (услов за напојување).
 - усогласен протокол за тестирање, особено ако УСЕЕ е дел од лиценцата/пуштањето.
-

10) Приказ на трошоци (ориентациски, адаптирани за РС Македонија)

Валута и курс: за пресметка во денари е користен среден курс 1 EUR = 61,53 MKD (пример курсна листа 16.01.2026).

ДДВ: стандардна стапка 18% (прикажано одделно).

Опфат: само приклучок (трансформатор, НН 0,63 kV траса, 20 kV развод и 20 kV далекуводи). Не се вклучени PV панели, инвертери, БЕСС батерии, PCS во контејнер, НВнаизменична струја/ПП и сл.

10.1 Основен предмер-пресметка (Сценарио А: 32,84 km е вкупна должина)

Ставка	Кол.	Ед.	цена	Вкупно	Вкупно
		(EUR)	(EUR)	(EUR)	(MKD)
Трансформатор 5 MVA 20/0,63 kV (набавка+монтажа+испитувања)	1	125.000	125.000	7.691.250	
СН трафо ќелија 24 kV (VCB+релен)	1	35.000	35.000	2.153.550	
СН мерно-спојна ќелија (СТ/НТ+мерење+VCB)	1	45.000	45.000	2.768.850	
Две 20 kV изводни ќелии (2×)	2	30.000	60.000	3.691.800	
Киоск/објект за 20 kV развод (градежни+помошни)	1	40.000	40.000	2.461.200	
НН главна табла 0,63 kV (≈5 MVA)	1	90.000	90.000	5.537.700	
НН кабли/канали 0,63 kV – траса 625 m (комплет)	625 m	300	187.500	11.535.375	
Заземјување + громобран + арестери	1	35.000	35.000	2.153.550	
SCADA/далечински надзор и управување (RTU+комуникации)	1	30.000	30.000	1.845.900	
Градежни работи (фундаменти, ограда, пристап, дренажа)	1	80.000	80.000	4.922.400	
20 kV далекувод – 32,84 km (мат.+монтажа)	32,84 km	45.000	1.477.800	90.925.134	
Меѓузбир (директни трошоци)			2.205.300	135.686.709	

Додатоци (типично за реална изведба):

- Проектирање/ревизија/согласности/надзор: 5% = 110.265 EUR
- Испитувања/пуштање/мерни протоколи: 2% = 44.106 EUR
- Ризик и непредвидено (контингенција): 10% = 220.530 EUR

✓ Вкупно без ДДВ (Сценарио А): ~2.580.201 EUR (~158.759.768 MKD)

✓ Вкупно со ДДВ 18%: ~3.044.637 EUR (~187.336.526 MKD)

10.2 Сценарио Б (ако 32,84 km е по фидер, односно 2×32,84 km – 65,68 km)

Во овој случај се менува само ставката „20 kV далекувод“ (се дуплира), а другите ставки остануваат исти.

Вкупно без ДДВ (Сценарио Б): ~4.309.227 EUR (~265.146.737 MKD)
Вкупно со ДДВ 18%: ~5.084.888 EUR (~312.873.150 MKD).

26. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ИНТЕГРИРАН БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „БС СОЛИС ЕНЕРЏИ“

Интегрираното батериско складиште БС СОЛИС ЕНЕРЏИ ќе се изведе во рамките на постоечката фотонапонска електроцентрала СОЛИС ЕНЕРЏИ и ќе го користи веќе постоечкиот приклучок на електродистрибутивната мрежа изведен за фотонапонската електроцентрала.

27. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ИНТЕГРИРАН БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „МБ ИГ СОЛАР“

Интегрираното батериско складиште МБ ИГ Солар ќе се изведе во рамките на постоечката фотонапонска електроцентрала МБ ИГ Солар и ќе го користи веќе постоечкиот приклучок на електродистрибутивната мрежа изведен за фотонапонската електроцентрала.

29. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ИНТЕГРИРАН БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „БИГ ЕНЕРЏИ СОЛУШНС“

Интегрираното батериско складиште БИГ ЕНЕРЏИ СОЛУШНС ќе се изведе во рамките на постоечката фотонапонска електроцентрала БИГ ЕНЕРЏИ СОЛУШНС и ќе го користи веќе постоечкиот приклучок на електродистрибутивната мрежа изведен за фотонапонската електроцентрала.

30. ПРИКЛУЧОК НА ИНТЕГРИРАН БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „БИГ СОЛАР ДОЛАНИ СОЛАР 4“

Интегрираното батериско складиште Биг Солар ДОЛАНИ СОЛАР 4 ќе се изведе во рамките на постоечката фотонапонска електроцентрала Биг Солар ДОЛАНИ СОЛАР 4 и ќе го користи веќе постоечкиот приклучок на електродистрибутивната мрежа изведен за фотонапонската електроцентрала.

31. ПРИКЛУЧОК НА ИНТЕГРИРАН БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „БИГ СОЛАР ДОЛАНИ СОЛАР 3“

Интегрираното батериско складиште Биг Солар ДОЛАНИ СОЛАР 3 ќе се изведе во рамките на постоечката фотонапонска електроцентрала Биг Солар ДОЛАНИ СОЛАР 3 и ќе го користи веќе постоечкиот приклучок на електродистрибутивната мрежа изведен за фотонапонската електроцентрала.

32. ПРИКЛУЧОК НА ИНТЕГРИРАН БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „БИГ СОЛАР ДОЛАНИ СОЛАР 2“

Интегрираното батериско складиште Биг Солар ДОЛАНИ СОЛАР 2 ќе се изведе во рамките на постоечката фотонапонска електроцентрала Биг Солар ДОЛАНИ СОЛАР 2 и ќе го користи веќе постоечкиот приклучок на електродистрибутивната мрежа изведен за фотонапонската електроцентрала.

33. ПРИКЛУЧОК НА ИНТЕГРИРАН БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „БИГ СОЛАР ДОЛАНИ СОЛАР 1“

Интегрираното батериско складиште Биг Солар ДОЛАНИ СОЛАР 1 ќе се изведе во рамките на постоечката фотонапонска електроцентрала Биг Солар ДОЛАНИ СОЛАР 1 и ќе го користи веќе постоечкиот приклучок на електродистрибутивната мрежа изведен за фотонапонската електроцентрала.

34. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ФОТОНАПОНСКА ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА СО ИНТЕГРИРАН БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „МАЈ КОМЕРЦ - ЛЕАР“**1) Опфат и основни податоци**

Проектот опфаќа приклучок на фотонапонска електроцентрала „Мај Комерц Леар“ ($P_{inst} = 9 \text{ MW}$) со интегрирано складиште на електрична енергија ($PCS P = 5 \text{ MW}$) на електродистрибутивна мрежа 20 kV , преку:

- Главен трансформатор: 10 MVA , $20/0.63 \text{ kV}$ (дел од приклучокот и се пресметува во трошоците).
- Внатрешна нисконапонска инсталација: 0.63 kV , $L = 925 \text{ m}$ (колекторски НН вод/кабли/канали и припадна опрема).
- Среднонапонска постројка 20 kV
 - $1 \times \text{CH}$ трафо ќелија
 - $1 \times \text{CH}$ мерно-спојна ќелија
 - $2 \times \text{CH}$ изводни далекуводни ќелии
- Два 20 kV изводи (далекуводи): продолжуваат во мрежа со вкупна наведена должина $L = 32,840 \text{ m}$.

Напомена за точката на приклучување: За корисници со $P > 5000 \text{ kW}$, Мрежните правила предвидуваат приклучување на $10(20)(35) \text{ kV}$ страна на $TC 110/35/20(10) \text{ kV}$, што практично ја оправдува 20 kV шемата за објект од 9 MW .

2) Точка на приклучување и еднополна функционална шема

2.1 Класификација и определување на приклучок

Операторот на дистрибутивен систем (ОДС) ја утврдува точката на приклучување и ја дефинира во Решение за согласност за приклучување, со одобрена максимална едновремена моќност (ОМ).

2.2 Принципиелна еднополна шема (описно)

1. ФЕ инвертери (наизменична струја 0.63 kV) →
2. 0.63 kV колектор (внатрешна НН инсталација 925 m) + PCS на складиштето (5 MW, 0.63 kV) →
3. Главна НН разводна опрема / главни прекинувачи →
4. Трансформатор 10 MVA 0.63/20 kV →
5. 20 kV постројка (4 ќелии) →
6. Два 20 kV далекуводни изводи → постојна 20 kV мрежа / ТС.

2.3 Управување со извозната моќност (важно поради 10 MVA трансформатор)

Бидејќи PV (9 MW) + складиште (5 MW) теоретски можат да даваат поголема активна моќност од 10 MVA/попречни ограничувања, се предвидува / систем за управување со енергија со функции:

- точка на приклучување (да не се надмине договорената/одобрената моќност и оптоварување на трансформаторот),
- координација PV-PCS
- Q-контрола по барање на ОДС.

3) Нисконапонски дел 0.63 kV (внатрешна инсталација L = 925 m)

3.1 Концепт

Внатрешната НН инсталација е колекторска мрежа која ги поврзува:

- PV инвертерските блокови (или под-разводи),
- PCS на складиштето,
- главна НН разводна опрема,
- трансформаторот 0.63/20 kV.

3.2 Технички барања (типично решение)

- Кабли 0.6/1 kV (Al/Cu, XLPE), во кабловски канали/ровови или кабловски полици.
- Селекција по:

- дозволена струја (континуирано и во преоптоварување),
 - пад на напон (цел: $\leq 1.5\text{--}2.0\%$ до трансформатор),
 - термичка издржливост на краток спој,
 - услови на полагање (земја/канал/полица).
- Поради релативно низок напон (0.63 kV) и голема мокност, практично се изведува со повеќе паралелни кабелски траси/фидери и/или шински канали (bus-duct) во делови каде струите се високи.

4) Главен трансформатор 10 MVA (0.63/20 kV)

4.1 Основни параметри (препорачани)

- $S = 10 \text{ MVA}$
- $U_H = 24 \text{ kV}$ класа (ном. 20 kV), $U_L = 0.63 \text{ kV}$
- Векторска група: типично Dyn11 (или според барање на ОДС/системска студија)
- $u_k\%$: типично 6–10% (за ограничување на краткоспојни струи и координација на заштити)
- Ладење: ONAN (со можност за ONAF ако е потребно)

4.2 Заштити и опрема

- Бухолц реле, термометри (намотка/масло), PRD, ниво на масло, вентил за земање примерок.
- Пренапонска заштита (одводници) на 20 kV страна.
- Систем за задржување масло и противпожарни мерки во согласност со локални прописи.

5) Среднонапонска постројка 20 kV (4 ќелии)

Постројката е на номинален напон 24 kV класа, со номинална струја типично 630–1250 A и краткоспојна издржливост според пресметки и податоци од ОДС.

5.1 СН трафо ќелија (1×)

Функција: заштита и управување на трансформаторот на 20 kV страна.

- Прекинувач + раставувач/заземјувач
- Реле: $I>$, $I>>$, $I_o>$, термичка функција; дополнително преку трансформаторски сигнали (Бухолц/PRD/температура) за исклучување.

5.2 СН мерно-спојна ќелија (1×)

Функции:

- Мерење на точка на приклучување (пресметковно мерење) преку СТ/НТ и мерни уреди,

- спојување/исклучување на електраната кон мрежа

Според Мрежните правила, мерните уреди се поставуваат на местото на испорака и се дел од надворешниот приклучок; постои исклучок кога испораката е на СН, а мерењето на НН (тогаш мерната опрема е дел од внатрешниот приклучок). Во овој проект (со 20 kV мерно-спојна ќелија) се подразбира СН мерење на точка на приклучување.

5.3 Две изводни далекуводни ќелии (2×)

Функција: заштита и управување на двата 20 kV изводи.

- Вакуум СВ + земјоспојен прекинувач/заземјувач
- Релејна заштита: $I>$, $I>>$, $I_{o>}$, (по потреба насочна земјоспојна/насочна прекуструјна), логика за автоматско повторно вклучување ако ОДС дозволи на ова ниво.

5.4 Помошни системи

- еднонасочна струја систем (батерии 110/48/24 V еднонасочна струја по избор) за командување и сигнализација
- далечинска терминална единица/комуникација со диспечерски систем на ОДС (IEC 60870-5-104 или протокол што ќе го бара ОДС)
- Локален НМП/систем за надзор и управување во објектот

6) 20 kV далекуводи (два извода) – $L = 32,840$ m

6.1 Тип и димензионирање (типични претпоставки)

Бидејќи е наведено „далекувод“, типично се работи за надземен 20 kV вод со:

- бетонски/импрегнирани дрвени/челични столбови (по стандарди на ОДС),
- проводник типично А А наизменична струја/наизменична струја SR (пр. 70–120 mm²), според термичко оптоварување, пад на напон и механички услови (ветер/мраз),
- полимерни или порцелански изолатори со соодветна ползечка патека,
- заземјување на столбови по критични точки и заштита од атмосферски пренапони (одводници на краеве и критични делници).

6.2 Траса и интервенции

- геодетска подлога, елаборат за траса, согласности за премини (пат, водотек, телекомуникации),
- расчистување на коридор (ако е шумски терен),
- обележување и заштитни мерки при премини и пристапи.

6.3 Забелешка за должината

Формулацијата „две далекуводни полиња со должина 32,840 m“ може да се чита на 2 начини:

- Варијанта А: 32,840 m е вкупно за двата извода (прибл. $2 \times 16,420$ m), или
- Варијанта Б: 32,840 m е по извод (вкупно $2 \times 32,840$ m).

Во трошоците подолу давам пресметка за обете варијанти (за да не остане „скриен“ ризик во буџетот).

7) Приказ на трошоци (адаптирани за изведба во РСМ)

7.1 Претпоставки за проценката

- Цените се индикативни (класа 5/пред-инвестициска проценка) и зависат од траса, терен, премини, тип на столбови, дали има експропријација, тип на 20 kV опрема (AIS/GIS), краткоспојно ниво и барања на ОДС.
- Далекуводот е третиран како надземен 20 kV вод.
- Во пресметката трансформаторот е вклучен (како што побаравте).
- Прикажувам износи без ДДВ и со ДДВ (18%).
- Конверзија: користам 1 EUR $\approx$ 61.66132 MKD (тековен курс од јануари 2026).

7.2 Фиксен дел (независен од должината на далекуводите)

Ова е буџет за ТС/постројка/внатрешни водови:

- Трансформатор 10 MVA 20/0.63 kV (набавка, транспорт, монтажа, испитувања): 380,000 EUR
- НН 0.63 kV инсталација 925 m (кабли/каналы/развод, монтажа): 205,000 EUR
- 20 kV постројка – 4 ќелии (трафо + мерно-спојна + 2 изводни): 100,000 EUR
- Заштита/мерење/систем за надзор и управување/далечинска терминална единица/еднонасочна струја систем/комуникација: 70,000 EUR
- Градежни работи (објект/киоск, темели, ограда, пристап, масло-јама): 160,000 EUR
- Заземјување и пренапонска заштита: 35,000 EUR
- Пуштање во работа и функционални тестови: 35,000 EUR
- Разно (ознаки, ситна опрема,): 25,000 EUR

Фиксен подзбир: 1,010,000 EUR

7.3 Променлив дел – 20 kV далекуводи

За надземен 20 kV вод земам типична единична цена 35,000 EUR/km (средна вредност), со практичен опсег 25–45k EUR/km во зависност од сложеност.

- Варијанта А (вкупно $L = 32.84$ km): $32.84 \times 35,000 = 1,149,400$ EUR
- Варијанта Б (вкупно $L = 65.68$ km): $65.68 \times 35,000 = 2,298,800$ EUR

7.4 Индиректни трошоци

- Проектирање, ревизија, надзор, геодезија, административни постапки: 6%
- Ризик и непредвидени работи: 12%

7.5 Вкупни трошоци (резиме)

Варијанта А: ако 32,840 m е вкупно за двата извода ($L = 32.84$ km)

- Вкупно без ДДВ: 2,563,640 EUR ($\approx 158,077,407$ MKD)
- Вкупно со ДДВ 18%: 3,025,095 EUR ($\approx 186,531,340$ MKD)

Варијанта Б: ако 32,840 m е по извод (вкупно $L = 65.68$ km)

- Вкупно без ДДВ: 3,928,207 EUR ($\approx 242,218,451$ MKD)
- Вкупно со ДДВ 18%: 4,635,285 EUR ($\approx 285,817,772$ MKD)

35. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „МАЈ КОМЕРЦ - ЛЕАР“1) Опфат и основна шема на приклучок (50 MW БАТЕРИСКИ СИСТЕМ $\rightarrow$ 110 kV преносна мрежа)

Батериското складиште (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) со инсталирана активна моќност $P = 50$ MW се приклучува на преносната мрежа преку нова 110/35 kV трафостаница (ТС 110/35 kV) со еден енергетски трансформатор 110/35 kV, $S = 63$ MVA (двонасочен режим – полнење/празнење). Изборот 63 MVA обезбедува резерва за работа со реактивна моќност (на пр. при $\cos\varphi \approx 0.95$: 50 MW / 0.95 $\approx$ 52.6 MVA, што е под 63 MVA).

Поставеност на ТС (според Вашите барања):

- 110 kV дел (AIS):
 - 2 излезни 110 kV далекуводни полиња (терминација на двојниот 110 kV далекувод)
 - 1 трансформаторско поле 110 kV
- 35 kV дел:
 - 10 влезни 35 kV далекуводни/кабелски полиња (фидери од БАТЕРИСКИ СИСТЕМ блокови/трафа-станции на локација)

Приклучниот вод: двоен 110 kV далекувод, $L = 4.7$ km, кој се завршува во двете 110 kV далекуводни полиња.

Во Мрежниот кодекс на МЕПСО, „границата на разграничување“ и сопственоста/одговорностите се дефинираат преку типот на приклучок; ако корисникот е приклучен преку системска трансформаторска станица со најмалку две линии, трансформаторот и HV опремата во трансформаторското поле се на корисникот, а дел од HV опремата за врска кон шините е на МЕПСО.

2) 110 kV дел – далекувод и постројка

2.1 Двоен 110 kV далекувод (4,7 km)

Типично решение (концепт):

- Надземен двоен вод (2 кола), 110 kV, со:
 - челично-решеткасти или армирано-бетонски столбови (по избор на инвеститор/услови на траса),
 - фазни проводници (наизменична струјаSR/ААнаизменична струја според струјни оптоварувања и падови на напон),
 - ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ (оптичко јаже) или ADSS за телекомуникации и заштита со далечинска комуникација,
 - земјено јаже за громобранска заштита,
 - темели, пристапни патишта, службеност/експропријација, и мерки за безбедносни растојанија.

2.2 110 kV AIS постројка – две далекуводни полиња + едно трансформаторско поле

Секое 110 kV поле вообичаено содржи:

- прекинувач (SF₆ или вакуум/хибрид – во AIS најчесто SF₆),
- раздвојувачи и заземјувачи,
- мерни трансформатори (СТ/НТ или КНТ),
- громобрани (surge arresters),
- изолаторски низи/портали, конектори и шински развод.

Шински систем (концепт):

- најчесто едноставни шини со секционирање (за оваа големина), со можност за проширување.

3) Енергетски трансформатор 110/35 kV, 63 MVA

Минимални технички барања (типично):

- Номинален напон: 110 kV / 35 kV
- Номинална моќност: 63 MVA
- Ладење: ONAN/ONAF (со резерви за летни услови)
- Регулација: OLTC (на HV страна, типично $\pm 10\%$ во чекори, според услови за напонска регулација)

- Векторска група: по договор (најчесто YN/Δ или YN/YN со третна намотка ако се бара)
- Импеданса: по услови за краток спој и координација
- Неутрална точка: решение за заземјување се дефинира по анализа на кратки споеви и изолациона координација; за кориснички неутрали што не припаѓаат на МЕПСО, начинот на третман се анализира во Студијата за приклучок.

4) 35 kV дел – влезни полиња и врска кон БАТЕРИСКИ СИСТЕМ

4.1 35 kV постројка типично металклада

За 10 влезни 35 kV полиња, практично решение е:

- 35 kV металклада постројка со:
 - 10 влезни фидери (далекуводни или кабелски),
 - 1 трансформаторско (инкомер) поле 35 kV (врска од трансформаторот кон 35 kV шини),
 - препорачливо: шинска спојка/секционирање и минимум 1 резервно поле (за сервис/раст).

Секое 35 kV поле типично содржи:

- вакуум прекинувач,
- раздвојувач/заземјувач (во металклада – интегрирано),
- СТ/НТ,
- заштитни релен ($I>$, $I>>$, $I_{o>}$, земјоспој, насочна земјоспојна ако треба),
- мерење и далечинска сигнализација.

4.2 Врска кон БАТЕРИСКИ СИСТЕМ блокови

Вообичаено, БАТЕРИСКИ СИСТЕМ е поделен на повеќе блокови (PCS + step-up трансформатори на 0,4/35 kV или 0,69/35 kV), кои се собираат на 35 kV шините преку овие 10 фидери. Во приклучната документација се дефинира:

- максимална активна моќност во двата правци (извоз/увоз),
- дозволена реактивна моќност и режим на регулирање ($Q(U)$, $\cos\phi(P)$, фиксно Q),
- ограничувања за хармоници/фликер/брзи промени (дел од power quality условите).

5) Мерење, заштита, управување (систем за надзор и управување) и телекомуникации

5.1 Точка на приклучок и точка на мерење

МЕПСО дефинира дека точката на мерење и точката на приклучок се утврдуваат во Студијата за приклучок и Договорот за приклучок. Студијата за приклучок (и претходната анализа) вклучува и проценка на трошоци за приклучок и технички спецификации/опрема на концептуално ниво.

5.2 Мерна опрема (двонасочно мерење)

За нови корисници, мерните уреди за обрачун и контрола се инсталираат во истата мерна точка и се во сопственост на МЕПСО (според правилата за мерни точки/метерирање). За мерни трансформатори на струја на интерконекциски/производни мерни точки се бараат две мерни јадра: едно за обрачунско, едно за контролно мерење.

5.3 Релејна заштита (концепт)

110 kV линија (две кола):

- далечинска заштита + резервна надструјна/земјоспојна,
- автоматско повторно вклучување (АПВ) по услови на МЕПСО,
- заштита со далечинска комуникација преку ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ (директна или преку SDH/MPLS, зависно од инфраструктура).

Трансформатор 110/35 kV:

- диференцијална заштита (87T),
- Бухолц/PRD/температури,
- резервна надструјна и земјоспојна,
- заштита од пренапони (LA на HV/MV).

35 kV фидери:

- надструјна + земјоспојна (насочна ако е потребно),
- селективност со БАТЕРИСКИ СИСТЕМ блок заштити.

5.4 Далечинско управување и размена на податоци со МЕПСО

(при извоз), БАТЕРИСКИ СИСТЕМ треба да обезбеди размена на структурни и реал- тајм податоци (вкл. P/Q, фреквенција, напон, статуси и др.). Во фазата на приклучување се предвидуваат тестирања и верификација на реален/симулиран динамички одзив (релевантно за инвертерско постројување).

6) Помошни системи и градежни работи (ТС)

Во опфат на приклучокот типично влегува:

- наизменична струја сопствена потрошувачка (станичен трансформатор, развод, осветлување, приклучоци),

- еднонасочна струја систем 110/220 В еднонасочна струја (батерии + полначи) за команди/сигнализација,
- командно-релејна зграда (или контејнер),
- кабелски канали/траншеи, заземјувачка мрежа, громобранска заштита,
- противпожарна заштита (посебно за трансформатор: масло-јама/сепаратор),
- ограда, видеонадзор, контрола на пристап, пристапен пат и дренажа.

7) Приказ на трошоци (ориентациона проценка за РС Македонија)

7.1 Основи и референтни единични трошоци

- За 110–150 kV надземен двоен вод, наизменична струја ER објавува индикативни единични инвестициони трошоци: просек 0,325 милиони EUR/km, со распон Q1–Q3 0,224–0,393 милиони EUR/km.
- За локален контекст: МЕПСО има проекти за реконструкција/замена на 110 kV далекуводи (пример: инвестиција „над 3,5 милиони евра“ за 48 km линија), што дава пониска цена/км за *реконструкција на постоечка траса* (не е директно 1:1 со нов двоен далекувод).
- Конверзија за приказ во денари: 1 EUR = 61,659 MKD (20.01.2026).

Забелешка: Долу е концептуална проценка (Class 4/5) – конечниот износ зависи од траса (експропријација), геотехника, тип столбови, краткоспојни нивоа, дали има слободни полиња во постоечката ТС на МЕПСО, AIS/GIS избор, телеком-интеграција и барани тестови.

7.2 Проценка – “core score” (нова ТС + нов 110 kV далекувод + трансформатор)

Ставка	Кол. Единица	Ед. цена (EUR)	Вкупно (EUR)	Вкупно (MKD)
Проектирање, студија/дозволи, надзор, координација со МЕПСО	1 компл.	550,000	550,000	33,912,450
110 kV AIS дел (3 полиња: 2 DV + 1 TR) – примарна опрема + монтажа	1 компл.	1,350,000	1,350,000	83,239,650
Енергетски трансформатор 110/35 kV, 63 MVA (испорака+транспорт+монтажа+тест)	1 компл.	1,400,000	1,400,000	86,322,600
35 kV металклада постројка (≈12 ќелии: 10 влезни + TR + спојка/резерва)	1 компл.	650,000	650,000	40,078,350

Ставка	Кол.	Единица	Ед. цена (EUR)	Вкупно (EUR)	Вкупно (MKD)
Секундарни системи (заштита, мерење, RTU/SCADA, телекомуникации, синхронизација)	1	компл.	600,000	600,000	36,995,400
Градежни работи и објекти (платформа, темели, канали, зграда, ограда, пат, дренажа, масло-јама)	1	компл.	1,200,000	1,200,000	73,990,800
110 kV двосн далекувод 4,7 km (ориснт. 280k EUR/km, со ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ)	4.7	km	280,000	1,316,000	81,143,244
Мсгузбир (директни трошоци)				7,066,000	435,682,494
Непредвидено / ризици (10%)				706,600	43,568,249
Вкупно (без ДДВ)				7,772,600 EUR	479,250,743 MKD

36. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „АРТЕМИС СОЛАР“

1) Основни параметри и концепт на приклучок

Складиштето на електрична енергија (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) со $P = 1 \text{ MW}$ се приклучува на среднонапонска (СН) мрежа 20 kV преку сопствена (новоизградена) приклучна трафостаница со:

- енергетски трансформатор 20/0.63 kV, $S = 1.25 \text{ MVA}$ (вклучен во приклучокот и во трошоците),
- СИ разводно постројување 20 kV со 4 ќелии: 1× СИ трафо ќелија, 1× СИ мерно-спојна ќелија, 2× изводни далекуводни ќелии,
- внатрешна НН инсталација 0.63 kV, должина 125 m,
- две 20 kV далекуводни траси, со наведена должина 32,840 m (во пракса ова најчесто е вкупна должина на трасите, по подолу давам и сценарио ако е поединечно по извод).

При ваква инсталирана моќност, приклучување на ниво 10(20) kV извод е во согласност со мрежните правила за опсег $400 \text{ kW} < P \leq 5,000 \text{ kW}$.

2) Еднополна (функционална) шема и граница на приклучок (точка на приклучување)

Типична функционална секвенца (текстуално):

1. 20 kV мрежа (ОДС) →
2. СН далекувод(и) →
3. СН изводни далекуводни ќелии (2x) →
4. СН мерно-спојна ќелија (мерење + спој/прекин на точка на приклучување) →
5. СН трафо ќелија →
6. Трансформатор 20/0.63 kV, 1.25 MVA →
7. НН 0.63 kV инсталација 125 m →
8. НН развод / PCS / БАТЕРИСКИ СИСТЕМ.

Точка на заедничко приклучување (точка на приклучување) практично се дефинира на СН страната на мерно-спојната ќелија (местото каде ОДС може да изврши исклучување и каде се врши мерно евидентирање).

Внатрешниот приклучок (инсталација) е делот од крајот на надворешниот приклучок до објектот на корисникот, што директно го покрива вашата НН 0.63 kV траса од 125 m.

3) Технички опис по системи

3.1 Среднонапонско разводно постројување 20 kV (4 ќелии)

Општи барања (типично):

- ном. напон: 24 kV опрема (за 20 kV мрежа), 50 Hz,
- ном. струја на собирници: 630 A (или 1250 A ако се бара резервен капацитет),
- краткоспојна издржливост: 16–20 kA / 1s (се потврдува со студија за краток спој на точка на приклучување),
- степен на заштита и изолација според меѓународни и европски стандарди (практика: метал-оклопено/метал-затворено постројување).

(А) СН трафо ќелија (1x):

- вакуумски прекинувач (VCB) 24 kV,
- заштитен релеј (50/51, 50N/51N; по потреба насочна земјоспојна 67N, зависно од мрежната конфигурација),
- мерни ТТ/НТ за техничко мерење и заштита (одделно од фактурно мерење ако ОДС така бара),

- кабелски завршетоци/адаптери кон трансформатор (20 kV).

(B) СН мерно-спојна ќелија (1x):

- мерни трансформатори и мерни уреди за фактурирање,
- „спој/прекин“ функција (VCB или товарен прекинувач со можност за далечинско управување – по барање на ОДС),
- клемни блокови/тест-блокови за мерни кругови и комуникациски интерфејс за далечинско читање.

Мрежните правила опишуваат дека на СН мерењето е индиректно, со напонски мерен трансформатор класа 0.5, струен мерен трансформатор класа 0.5 или 0.5s, и бројило за активна енергија класа 1 (В/МПД), реактивна класа 2, со можност за профили/архивирање и систем за собирање податоци.

(C) Две изводни далекуводни ќелии (2x):

- извод кон 20 kV далекувод (секоја ќелија за една траса),
- опрема: VCB + релеј (ако ОДС бара целосна селективност/далечинска реклозер логика) или товарен прекинувач + индикатор за дефект (во зависност од концептот на мрежата),
- задолжителен земјоспоен прекинувач/уземјувач и интерлок.

3.2 Далечинско управување и телеметрија (важно за складишта)

Во измените на мрежните правила се наведува обврска за системи за далечински пренос на податоци и систем за далечинско управување на прекинувачите за корисници/производители и складишта (VSEE), зависно од категоријата и приклучниот напон. Практично ова се реализира со далечинска терминална единица/контролер, комуникација (оптика/GPRS), и I/O кон СН прекинувачи/мерни уреди.

3.3 Енергетски трансформатор 20/0.63 kV, 1.25 MVA

Намена: прилагодување на напон и обезбедување резервен капацитет над 1 MW за загуби и реактивна моќност.
Типично: ONAN, Dyn11 (или според барања на PCS), оф-лоуд тапови $\pm 2 \times 2.5\%$ (или пошироко), температурна заштита, Бухолц (за маслен), пренапонска заштита на 20 kV страна.

За ориентација на ценовни нивоа (референтни максимални единични цени со вградување во регионални ценовници), 20/0.42 kV трансформатор од 1000 kVA е наведен со цена, што може да се користи само како индикативна основа (вашата изведба е 1.25 MVA и 0.63 kV, па реално оди повисоко).

3.4 Внатрешна НН инсталација 0.63 kV, L = 125 m

Опфат:

- НН кабелска линија/шинопровод од трансформатор до НН развод/PCS,
- кабелски полици/канални или подземни ров (ако е потребно),
- завршетоци, папучи, приклучување, обележување, испитување на изолација.

(Поради високи НН струи на 0.63 kV, најчесто се користи шинопровод 1600–2000 А или паралелни кабелски водови по фаза.)

3.5 20 kV далекуводи – вкупна должина 32,840 m (или 2×32,840 m)

Тип: во македонска дистрибутивна практика „далекувод“ најчесто е воздушна линија (бетонски столбови), но конечниот избор (воздушно/кабелски) го условува трасата, дозволи и барања на ОДС.

За ориентација на материјално-монтажна ставка за 20 kV СН СКК (покриен проводник) $3 \times (1 \times 70) + 50 \text{ mm}^2$, во регионален ценовник е наведено 2,400 RSD/m за „испорака и монтажа“ (ставка за 20 kV). Ова најчесто се надополнува со трошоци за столбови, темели, арматура, расклопки, заземјувања и премини.

Заштитен појас / коридор: мрежните правила наведуваат за воздушни водови 1–20 kV заштитен појас „во ширина од 10 m од осовината“ (важно за имотно-правни работи и дозволи).

4) Заштита, селективност и квалитет на енергија (минимален сет)

За БАТЕРИСКИ СИСТЕМ на 20 kV, вообичаено се проектира:

- надструјна/земјоспојна заштита на СН изводите и трафо ќелијата (со селективност кон ОДС),
- U/F заштити и анти-островска логика преку PCS (и/или релеј во мерно-спојната ќелија, ако ОДС бара),
- ограничување на фликер/хармоници (PCS со филтри/контрола), по студија за квалитет на напон на точка на приклучување,
- координација на повторно вклучување (ако ОДС има реклозирање на изводите).

5) Приказ на трошоци (ориентационо, адаптирано за РС Македонија)

Валута и конверзија: во пресметката давам EUR и MKD со 1 EUR = 61.4843 MKD (царински курс што важи од 01.01.2026).

За ставки преземени од регионален ценовник во RSD користам референтен курс 1 EUR = 117.3666 RSD.

Напомена: Најголемата неизвесност е далекуводот (тип на траса, терен, премини, експропријации/согласности, дали 32,840 m е вкупно или по извод). Затоа давам 2 сценарија.

5.1 Единична претпоставка за 20 kV далекувод (воздушен, покриен проводник)

- ориентационо 30,000–45,000 EUR/km „клуч-на-рака“ (материјал + монтажа + темели + типична арматура).
Како сидро: само проводник/монтажа за 20 kV СКС 3×(1×70)+50 е наведен 2,400 RSD/m (~20.5 EUR/m).

5.2 Табела на трошоци (средно сценарио: 35,000 EUR/km)

Заеднички трошоци (независно од должината на далекуводот):

Ставка	Кол.	Ед.	Единична (EUR)	Вкупно (EUR)
Трансформатор 20/0.63 kV, 1.25 MVA (набавка+монтажа)	1	компл.	45,000	45,000
СН разводно постројување 20 kV – 4 ќелии (трафо, мерно-спојна, 2 далекуводни)	1	компл.	65,000	65,000
НН 0.63 kV инсталација 125 m (кабли/шинопровод, полици/канали, завршетоци)	1	компл.	30,000	30,000
SCADA/RTU + комуникација (далечинско читање/управување)	1	компл.	15,000	15,000
Студии/параметрирање на заштита + селективност	1	компл.	8,000	8,000
Заземјување/громобран и поврзување	1	компл.	12,000	12,000
Градежни работи (платформа, темели, ровови, ограда/пристап)	1	компл.	25,000	25,000
Испитувања и пуштање (ФАТ/CAT, релеј тест, мерење)	1	компл.	8,000	8,000
Меѓузбир – заедничко				208,000

5.3 Сценарио А – 32.84 km е вкупна должина на 20 kV далекуводите

Ставка	Вкупно (EUR)
Заедничко (од горе)	208,000
20 kV далекувод 32.84 km × 35,000 EUR/km	1,149,400
Проектирање/дозволи/надзор (≈6%)	81,444
Непредвидени (≈10% на меѓузбир)	143,884

Ставка	Вкупно (EUR)
Вкупно без ДДВ	1,582,728 EUR
Вкупно без ДДВ во MKD	≈ 97,312,948 MKD
5.4 Сценарио В – 32.84 km е по извод (вкупно 65.68 km)	
Ставка	Вкупно (EUR)
Заедничко	208,000
20 kV далекувод 65.68 km × 35,000 EUR/km 2,298,800	
Проектирање/дозволи/надзор (≈6%)	150,408
Непредвидени (≈10% на меѓузбир)	265,721
Вкупно без ДДВ	2,922,929 EUR
Вкупно без ДДВ во MKD	≈ 179,714,231 MKD

5.5 Брза чувствителност за далекувод (ако цената е 30k–45k EUR/km)

- Сценарио А (32.84 km): ~1.39 – 1.97 милиони EUR без ДДВ
- Сценарио В (65.68 km): ~2.54 – 3.69 милиони EUR без ДДВ

37. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ГЕН-И СОНЦЕ“

1) Опфат и концепт на приклучок (10 MW БАТЕРИСКИ СИСТЕМ на 20 kV)

Предмет е приклучок на складиште на електрична енергија (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) со инсталирана активна моќност 10 MW, преку:

- енергетски трансформатор 12.5 MVA, напонско ниво 20 kV / 0.63 kV (дел од приклучокот),
- внатрешна НН инсталација 0.63 kV со вкупна должина 1125 m,
- СН расклопно постројување 20 kV со 4 ќелии:
 1. СН трафо-ќелија (фидер кон трансформатор),
 2. СН мерно-спојна ќелија (мерење + спојување кон мрежа),
 3. изводна далекуводна ќелија 1,
 4. изводна далекуводна ќелија 2,

- 20 kV далекуводи со должина 3284 m (за двете изводни полиња – долу при трошоци давам 2 сценарија бидејќи во пракса ова често значи “3284 m по линија”, а понекогаш “вкупно 3284 m”).

Во постапките за приклучување, операторот на електродистрибутивниот систем бара “согласност за приклучување” и за уреди за складирање на електрична енергија (заедно со ФВ, ветерници, генератори итн.).

2) Еднополна шема (описно)

Типичен распоред на енергетски пат:

PCS/инвертери (0.63 kV) → 0.63 kV главна разводна/собирици → 0.63 kV кабли/шинопроводи (1125 m) → Трансформатор 0.63/20 kV, 12.5 MVA → 20 kV СН расклопно (4 ќелии) → две 20 kV линии → точка на приклучок (точка на приклучување) на 20 kV мрежа

Поради тоа што БАТЕРИСКИ СИСТЕМ работи двонасочно (полнење = потрошувач, празнење = производител), мерното и заштитното решение мора да поддржи двонасочен проток на енергија и соодветна селективност со мрежата.

3) Внатрешна нисконапонска инсталација 0.63 kV (1125 m)

3.1 Функција

0.63 kV инсталацијата ја собира излезната енергија од PCS-модулите и ја доведува до НН страна на трансформаторот.

3.2 Главни елементи

- 0.63 kV главни собирници / главен разводен ормар (или шинопровод), со:
 - главен прекинувач(и), разделници, мерења за технички потреби,
 - селективни заштити за фидери од PCS,
 - пренапонска заштита (SPD) и мониторинг (температура на споеви/собирици).
- Кабелски траси / кабелски канали и означување.
- 0.63 kV енергетски кабли или шинопровод (во пракса најчесто повеќе паралелни кабелски сегови по фаза, зависно од архитектурата на PCS и струите).
- Кабелски завршетоци, спојници, кабелски глави, РЕ/заземјување проводници.

3.3 Проектантски критериуми

- дозволен пад на напон, термичко оптоварување, краткоспојни струи,
- координација на заштити,
- ЕМС/хармоници (по барања на ДСО),

- механичка заштита, пожарна безбедност (реакција на оган на кабли, разделување на траси).

4) Трансформатор 12.5 MVA (20 kV / 0.63 kV)

4.1 Улога и димензионирање

Трансформаторот 12.5 MVA обезбедува:

- доволен капацитет за 10 MW активна моќност со резерва за реактивна моќност и загуби,
- стабилност при динамика (брзи промени на моќност карактеристични за БАТЕРИСКИ СИСТЕМ).

4.2 Типични технички барања (за тендер/спецификација)

- Називна моќност: 12.5 MVA
- Напони: 20 kV / 0.63 kV, 50 Hz
- Изолациски нивоа: согласно меѓународни и европски стандарди за 24 kV класа
- Ладење: ONAN (и/или ONAF ако се бара)
- Регулација: оф-лоад тапови (на пр. $\pm 2 \times 2.5\%$) или OLTC ако ДСО бара напонска регулација
- Заштити/опрема: Бухолц, термометри, PRD, индикатор на ниво, приклучоци за мерење, можност за онлајн мониторинг
- Пожарна/еколошка заштита: масло-собирна када, бариера/одвод и мерки за задржување истекување.

На македонскиот пазар постои и регионална/локална понуда за улни трансформатори до 12.5 MVA (пр. производство во Македонија), што влијае на рокови и логистика.

5) Среднонапонско постројување 20 kV (4 ќелии)

Постројувањето се изведува како метал-обложено (AIS) или GIS/RMU (зависно од простор и барања на ДСО), со 24 kV опрема (номинално за 20 kV мрежа).

5.1 СН трафо-ќелија (фидер кон трансформатор)

- вакуумски прекинувач (CB) или прекинувач-раздвојувач,
- струјни трансформатори (CT) за заштита,
- релејна заштита: 50/51, 50N/51N, по потреба 67/67N, 49 (термичка), блокади/интерлок.

5.2 СН мерно-спојна ќелија

- мерење за обрачун CT/HT класа за мерење (типично 0.2S) и двонасочен мерач,
- спојување кон ДСО со прекинувач/раздвојувач,

- комуникација/далечинско читање ако се бара (АМ/систем за надзор и управување).

5.3 Две изводни далекуводни ќелии

- секоја ќелија со прекинувач (или LBS со осигурувачи – ако ДСО дозволи) и заштита,
- индикација на дефект, земјоспој, можност за даљинско управување (ако линиите се дел од прстен/секционирање).

6) 20 kV далекуводи (3284 m)

Во пракса најчести се две решенија:

Варијанта А: Подземен 20 kV кабелски вод

- 24 kV XLPE кабли (на пр. Al 240–400 mm² или според пресметка),
- кабелска траса: ров, песок, предупредувачка лента, маркери, шахти по потреба,
- кабелски завршетоци во ќелии/спојни места.

Варијанта Б: Надземен 20 kV вод

- бетонски/дрвени столбови, конзоли, изолатори, спроводник (Анаизменична струја/наизменична струјаSR),
- заземјувања на столбови, громобранска заштита каде што треба,
- најниски трошоци, но повеќе зависности од дозволи/коридор/услови.

7) Заштита, управување и усогласување со мрежа

- Anti-islanding, OV/UV (27/59), OF/UF (81O/U), ROCOF ако се бара,
- координација со ДСО (времиња на исклучување, селективност),
- систем за надзор и управување/далечинска терминална единица: статуси на ќелии, мерни вредности, команди, аларми,
- параметри за квалитет на енергија (THD, flicker) согласно барања на ДСО.

8) Приказ на трошоци (ориентационо) – адаптирано за РС Македонија

Важно (што е вклучено/што не е):

- Вклучено: трансформаторот 12.5 MVA, 20 kV ќелии, 0.63 kV инсталација 1125 m, 20 kV линии, градежни работи на објектот, заземјување, тестирање/пуштање, проект/дозволи, резерва.
- Не е вклучено: самиот БАТЕРИСКИ СИСТЕМ (батерии, PCS контејнери), евентуални засилувања/инвестиции во мрежата на страната на ДСО надвор од опфатот,

експропријација/откуп на траса, сложени премостувања (реки/магистрални), посебни услови (GIS по високи барања итн.).

Курс за пресметка: 1 EUR $\approx$ 61.579 MKD (среден курс објавен од банка со референца на НБРСМ).
ДДВ: општа стапка 18%.

8.1 Основна опрема и работи (без 20 kV далекуводи)

Ставка	Кол.	Ед. (EUR)	цена Вкупно (EUR)
Проектирање, елаборати, дозволи, координација со ДСО	1	40,000	40,000
Трансформатор 12.5 MVA 20/0.63 kV (испорака+монтажа+масло-када)	1	240,000	240,000
20 kV расклопно (4 ќелии) со СТ/НТ за мерење и релен	1 компл.	170,000	170,000
0.63 kV внатрешна инсталација 1125 m (кабли/шинопровод, 1 треси, завршетоци)	1 компл.	360,000	360,000
SCADA/комуникации (RTU, оптика, интеграција)	1	20,000	20,000
Градежни работи (просторија, темели, канали на локација)	1	150,000	150,000
Заземјување и громобран	1	25,000	25,000
Испитувања и пуштање во работа	1	30,000	30,000
Меѓузбир			1,035,000

8.2 20 kV далекуводи (3284 m) – две толкувања и две технички варијанти

Толкување 1 (често во пракса): 3284 m по линија $\rightarrow$ вкупно $2 \times 3284 \text{ m} = 6568 \text{ m}$
Толкување 2: 3284 m вкупно за двете линии $\rightarrow$ вкупно 3284 m

Ориентациони единични цени (со материјал + монтажа):

- Подземен 20 kV кабелски вод: $\sim 95 \text{ EUR/m}$ по линија
- Надземен 20 kV вод: $\sim 40 \text{ EUR/m}$ по линија
- Завршетоци/приклучоци/секции (компл.): $\sim 30,000 \text{ EUR}$

8.3 Вкупна инвестиција (со 10% резерва и со/без ДДВ)

Сценарио А: Подземни 20 kV кабли

- А1: 3284 m по линија (2 линии) $\rightarrow \approx 1,857,856$ EUR (без ДДВ) $\rightarrow \approx 2,192,270$ EUR (со ДДВ)
- А2: 3284 m вкупно $\rightarrow \approx 1,514,678$ EUR (без ДДВ) $\rightarrow \approx 1,787,320$ EUR (со ДДВ)

Сценарио Б: Подземни 20 kV водови

- Б1: 3284 m по линија (2 линии) $\rightarrow \approx 1,460,492$ EUR (без ДДВ) $\rightarrow \approx 1,723,381$ EUR (со ДДВ)
- Б2: 3284 m вкупно $\rightarrow \approx 1,315,996$ EUR (без ДДВ) $\rightarrow \approx 1,552,875$ EUR (со ДДВ)

Еквивалент во денари (по 61.579 MKD/EUR):

- А1: ≈ 114.4 милиони MKD без ДДВ / ≈ 135.0 милиони MKD со ДДВ
- Б1: ≈ 89.9 милиони MKD без ДДВ / ≈ 106.1 милиони MKD со ДДВ

38. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ОСМ СОЛАР“1) Опфат и основна шема на приклучок (50 MW БАТЕРИСКИ СИСТЕМ $\rightarrow$ 110 kV преносна мрежа)

Батериското складиште (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) со инсталирана активна моќност $P = 50$ MW се приклучува на преносната мрежа преку нова 110/35 kV трафостаница (ТС 110/35 kV) со еден енергетски трансформатор 110/35 kV, $S = 63$ MVA (двонасочен режим – полнење/празнење). Изборот 63 MVA обезбедува резерва за работа со реактивна моќност (на пр. при $\cos\phi=0.95$: 50 MW / 0.95 $\approx$ 52.6 MVA, што е под 63 MVA).

Поставеност на ТС (според Вашите барања):

- 110 kV дел (AIS):
 - 2 излезни 110 kV далекуводни полиња (терминација на двојниот 110 kV далекувод)
 - 1 трансформаторско поле 110 kV
- 35 kV дел:
 - 10 влезни 35 kV далекуводни/кабелски полиња (фидери од БАТЕРИСКИ СИСТЕМ блокови/трафа-станции на локација)

Приклучниот вод: двоен 110 kV далекувод, $L = 4,7$ km, кој се завршува во двете 110 kV далекуводни полиња.

Во Мрежниот кодекс на МЕРСО, „границата на разграничување“ и сопственоста/одговорностите се дефинираат преку типот на приклучок; ако корисникот е приклучен преку системска трансформаторска станица со најмалку две линии, трансформаторот и HV опремата во трансформаторското поле се на корисникот, а дел од HV опремата за врска кон шините е на МЕРСО.

2) 110 kV дел – далекувод и постројка

2.1 Двоен 110 kV далекувод (4,7 km)

Типично решение (концепт):

- Надземен двоен вод (2 кола), 110 kV, со:
 - челично-решеткасти или армирано-бетонски столбови (по избор на инвеститор/услови на траса),
 - фазни проводници (наизменична струјаSR/ААнаизменична струја според струјни оптоварувања и падови на напон),
 - ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ (оптичко јаже) или ADSS за телекомуникации и заштита со далечинска комуникација,
 - земјено јаже за громобранска заштита,
 - темели, пристапни патишта, службеност/експропријација, и мерки за безбедносни растојанија.

2.2 110 kV AIS постројка – две далекуводни полиња + едно трансформаторско поле

Секое 110 kV поле вообичаено содржи:

- прекинувач (SF₆ или вакуум/хибрид – во AIS најчесто SF₆),
- раздвојувачи и заземјувачи,
- мерни трансформатори (СТ/НТ или КНТ),
- громобрани (surge arresters),
- изолаторски низи/портали, конектори и шински развод.

Шински систем (концепт):

- најчесто едноставни шини со секционирање (за оваа големина), со можност за проширување.
-

3) Енергетски трансформатор 110/35 kV, 63 MVA

Минимални технички барања (типично):

- Номинален напон: 110 kV / 35 kV
- Номинална моќност: 63 MVA
- Ладење: ONAN/ONAF (со резерви за летни услови)
- Регулација: OLTC (на HV страна, типично $\pm 10\%$ во чекори, според услови за напонска регулација)
- Векторска група: по договор (најчесто YN/ Δ или YN/YN со третна намотка ако се бара)
- Импеданса: по услови за краток спој и координација
- Неутрална точка: решение за заземјување се дефинира по анализа на кратки споеви и изолациона координација; за кориснички неутрали што не припаѓаат на МЕРСО, начинот на третман се анализира во Студијата за приклучок.

4) 35 kV дел – влезни полиња и врска кон БАТЕРИСКИ СИСТЕМ

4.1 35 kV постројка (типично металклада – indoor)

За 10 влезни 35 kV полиња, практично решение е:

- 35 kV металклада постројка (single busbar) со:
 - 10 влезни фидери (далекуводни или кабелски),
 - 1 трансформаторско (инкомер) поле 35 kV (врска од трансформаторот кон 35 kV шини),
 - препорачливо: шинска спојка/секционирање и минимум 1 резервно поле (за сервис/раст).

Секое 35 kV поле типично содржи:

- вакуум прекинувач,
- раздвојувач/заземјувач (во металклада – интегрирано),
- СТ/НТ,
- заштитни релен ($I>$, $I>>$, $I_{0>}$, земјоспој, насочна земјоспојна ако треба),
- мерење и далечинска сигнализација.

4.2 Врска кон БАТЕРИСКИ СИСТЕМ блокови

Вообичаено, БАТЕРИСКИ СИСТЕМ е поделен на повеќе блокови (PCS + step-up трансформатори на 0,4/35 kV или 0,69/35 kV), кои се собираат на 35 kV шините преку овие 10 фидери. Во приклучната документација се дефинира:

- максимална активна моќност во двата правци (извоз/увоз),
- дозволена реактивна моќност и режим на регулирање ($Q(U)$, $\cos\phi(P)$, фиксно Q),
- ограничувања за хармоници/фликер/брзи промени (дел од power quality условите).

5) Мерење, заштита, управување (систем за надзор и управување) и телекомуникации

5.1 Точка на приклучок и точка на мерење

МЕПСО дефинира дека точката на мерење и точката на приклучок се утврдуваат во Студијата за приклучок и Договорот за приклучок. Студијата за приклучок (и претходната анализа) вклучува и проценка на трошоци за приклучок и технички спецификации/опрема на концептуално ниво.

5.2 Мерна опрема (двонасочно мерење)

За нови корисници, мерните уреди за обрачун и контрола се инсталираат во истата мерна точка и се во сопственост на МЕПСО (според правилата за мерни точки/метерирање). За мерни трансформатори на струја на интерконекциски/производни мерни точки се бараат две мерни јадра: едно за обрачунско, едно за контролно мерење.

5.3 Релејна заштита (концепт)

110 kV линија (две кола):

- далечинска (distance) заштита + резервна надструјна/земјоспојна,
- автоматско повторно вклучување (АПВ) по услови на МЕПСО,
- заштита со далечинска комуникација преку ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ (директна или преку SDH/MPLS, зависно од инфраструктура).

Трансформатор 110/35 kV:

- диференцијална заштита (87T),
- Бухолц/PRD/температури,
- резервна надструјна и земјоспојна,
- заштита од пренапони (LA на HV/MV).

35 kV фидери:

- надструјна + земјоспојна (насочна ако е потребно),
- селективност со БАТЕРИСКИ СИСТЕМ блок заштити.

5.4 Далечинско управување и размена на податоци со МЕПСО

Како (при извоз), БАТЕРИСКИ СИСТЕМ треба да обезбеди размена на структурни и реал- тајм податоци (вкл. P/Q, фреквенција, напон, статуси и др.).

Во фазата на приклучување се предвидуваат тестирања и верификација на реален/симулиран динамички одзив (релевантно за инвертерско постројување).

6) Помошни системи и градежни работи (ТС)

Во опфат на приклучокот типично влегува:

- наизменична струја сопствена потрошувачка (станичен трансформатор, развод, осветлување, приклучоци),
- еднонаочна струја систем 110/220 Веднонаочна струја (батерии + полначи) за команди/сигнализација,
- командно-релејна зграда (или контејнер),
- кабелски канали/траншеи, заземјувачка мрежа, громобранска заштита,
- противпожарна заштита (посебно за трансформатор: масло-јама/сепаратор),
- ограда, видеонадзор, контрола на пристап, пристапен пат и дренажа.

7) Приказ на трошоци (ориентациона проценка за РС Македонија)

7.1 Основи и референтни единични трошоци

- За 110–150 kV надземен двоен вод, наизменична струјаER објавува индикативни единични инвестициони трошоци: просек 0,325 милиони EUR/km, со распон Q1–Q3 0,224–0,393 милиони EUR/km.
- За локален контекст: МЕПСО има проекти за реконструкција/замена на 110 kV далекуводи (пример: инвестиција „над 3,5 милиони евра“ за 48 km линија), што дава пониска цена/км за реконструкција на постоечка траса (не е директно 1:1 со нов двоен далекувод).
- Конверзија за приказ во денари: 1 EUR = 61,659 MKD (20.01.2026).

Забелешка: Долу е концептуална проценка (Class 4/5) – конечниот износ зависи од траса (експропријација), геотехника, тип столбови, краткоспојни нивоа, дали има слободни полиња во постоечката ТС на МЕПСО, AIS/GIS избор, телеком-интеграција и барани тестови.

7.2 Проценка – “core score” (нова ТС + нов 110 kV далекувод + трансформатор)

Ставка	Кол.	Единица	Ед. цена (EUR)	Вкупно (EUR)	Вкупно (MKD)
Проектирање, студија/дозволи, надзор, координација со МЕПСО	1	компл.	550,000	550,000	33,912,450
110 kV AIS дел (3 полиња: 2 DV + 1 TR) – примарна опрема + монтажа	1	компл.	1,350,000	1,350,000	83,239,650

Ставка	Кол.	Единица	Ед. цена (EUR)	Вкупно (EUR)	Вкупно (MKD)
Енергетски трансформатор 110/35 kV, 63 MVA (испорака+транспорт+монтажа+тест)	1	компл.	1,400,000	1,400,000	86,322,600
35 kV металклада постројка (≈12 ќелии: 10 влезни + TR + спојка/резерва)	1	компл.	650,000	650,000	40,078,350
Секундарни системи (заштита, мерење, RTU/SCADA, телекомуникации, синхронизација)	1	компл.	600,000	600,000	36,995,400
Градежни работи и објекти (платформа, темели, каналы, зграда, ограда, пат, дренажа, масло-јама)	1	компл.	1,200,000	1,200,000	73,990,800
110 kV двоен далекувод 4,7 km (ориент. 280k EUR/km, со ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ)	4.7	km	280,000	1,316,000	81,143,244
Меѓузбир (директни трошоци)				7,066,000	435,682,494
Непредвидено / ризици (10%)				706,600	43,568,249
Вкупно (без ДДВ)				7,772,600 EUR	479,250,743 MKD

7.3 Опционални ставки (често потребни во пракса)

Овие ставки не се експлицитно наведени во Вашиот опфат, но реално знаат да се појават:

Опционална ставка	Ориент. (EUR)	износ
Службеност/експропријација по траса + геодетски елаборати	100,000	
Прилагодувања/терминација во постоечка 110 kV ТС на МЕПСО (ако нема слободни полиња)	400,000	

Ако се вклучат и овие, директниот трошок станува ≈ 7,566,000 EUR, а со 10% непредвидено ≈ 8,322,600 EUR (без ДДВ).

7.4 Опсег на вкупна инвестиција (ориентационо)

Земајќи го предвид распонот на единични трошоци за 110 kV надземни двојни водови (Q1-Q3) и варијациите кај ТС (тип опрема, градежни услови), разумен опсег за приклучокот е:

- ≈ 6,2 – 10,2 милиони EUR (без ДДВ) (со 10% непредвидено)
(прибл. 380 – 627 милиони MKD)

**39. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ФОТОНАПОНСКА
ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА СО ИНТЕГРИРАН БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА
ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „НОВАСОЛ ЕНЕРГИ 1“**

1) Општи податоци за објектот и приклучокот

Фотонапонската електроцентрала „Новасол Енерги 1“ има инсталирана моќност 2,97 MW, со интегрирано складиште (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) со активна моќност 1 MW. Приклучувањето е предвидено на среднонапонско (СН) ниво 20 kV кон електродистрибутивната мрежа, преку сопствена трансформаторска и разводна опрема, како и преку два изводни водови.

Според објавените услови/постапки на ОДС, приклучување се врши врз основа на Решение за согласност за приклучување, а ваква согласност е потребна и при поставување генераторски единици и при инсталирање уред за складирање на електрична енергија.

2) Референтна регулатива и стандарди (типично применливи во РСМ)

Регулатива/постапка (ОДС):

- Барањето за приклучување на производител се поднесува преку платформата на ОДС, а приклучокот се реализира по добиени лиценци/овластувања и по исполнување на техничките услови за приклучување.
- Во мрежните правила (општо) се бара корисникот да ја координира заштитата со заштитата во дистрибутивната мрежа за дефекти во постројката да не предизвикуваат нарушувања во мрежата.

Технички стандарди (инженерска пракса):

- Трансформатори: IEC 60076
- СН разводни постројки: IEC 62271 (вкл. IEC 62271-200 за метал-обложени постројки)
- Квалитет на напон/хармоници: EN 50160, IEC 61000
- Заземјување: EN 50522 / IEC 61936-1
- Комуникации/систем за надзор и управување (ако се бара): IEC 60870-5-104 или еквивалент, според услови на ОДС.

3) Електрично решение и главни подсистеми на приклучокот

3.1 Нисконапонска внатрешна инсталација 0,63 kV (должина 325 m)

На НН (0,63 kV) страна се формира заедничка НН собирајница (bus) на која се приклучуваат:

- излезите од ФВ инвертерите (или групни инвертер-станции),
- PCS на батерискиот систем (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) 1 MW (двонасочен конвертор),
- помошни потрошувачи (сопствена потрошувачка) преку НН разводен ормар.

Инсталацијата 0,63 kV со должина 325 m се изведува како кабелска траса (канал/ров, кабелски полици во кабелски канали, или комбинација), со:

- енергетски кабел со соодветен пресек (типично Al/Cu 0,6/1 kV, пресек дефиниран со струјно отоварување, пад на напон и краткостројна издржливост),
- кабелски завршетоци/напучи, означување, механичка заштита,
- локални НН разводни ормари/секционирање по полиња (по потреба за селективност и сервисирање).

Забелешка: НН ниво 0,63 kV е често кај utility-scale инвертери/PCS; пресеците и бројот на паралелни кабли се дефинираат со финална еднополна шема и струјни пресметки.

3.2 Трансформатор 4 MVA (20 kV / 0,63 kV)

Предвиден е енергетски трансформатор 4 MVA кој ја врши трансформацијата од 0,63 kV на 20 kV. Типично решение:

- ONAN (масло-ладен), 50 Hz,
- $U_k\%$ по проєкт (типично 6–10% за вакви моќности),
- Dyn група (на пр. Dyn11) или според потреби за заземјување/хармоници,
- тап-прекинувач без напон (+2×2,5% или слично) за прилагодување на напонските услови,
- заштити: температура масло/намотки, Бухолц (ако е применливо), притисочен вентил, индикатори ниво/температура, терминали за аларм/исклучување.

Трансформаторот е дел од приклучокот и се вклучува во трошоците (како што барате).

3.3 Среднонапонска постројка 20 kV (СН ќелии)

СН постројката е проектирана на 24 kV класа опрема (за 20 kV мрежи) и вклучува вкупно 4 полиња/ќелии:

1. СН трафо ќелија (трансформаторско поле)
 - Функција: приклучок на трансформаторот на 20 kV страна.
 - Опрема: вакуумски прекинувач или прекинувач-расклопувач со осигурувачи (изборот зависи од концептот и барања на ОДС), заземјувач, кабелски приклучоци, мерни трансформатори ако се бара за заштита.
 - Релејна заштита: надструјна/напојна, земјоспој, термичка, и сл.
2. СН мерно-спојна ќелија (мерно + спојно поле / точка на приклучок)
 - Функција: мерно место за фактурирање и спојно место кон мрежата на ОДС, најчесто со главен прекинувач и интерфејс заштита.
 - Опрема: прекинувач, разделувачи/заземјувачи, СТ/НТ за мерење, приклучок за далечинско отчитување, комуникациски интерфејс (ако ОДС бара).
 - Во ова поле во пракса се имплементираат и услови за ограничување на извоз/увоз (ако се договори) и услови за исклучување по барање на ОДС.
3. и 4) Две изводни далекуводни ќелии (фидер полиња) на 20 kV
 - Функција: два независни изводи кон два 20 kV водови (за приклучок/врзување на постоечки вод, радијално или прстенесто).
 - Опрема: прекинувач или прекинувач-расклопувач, заземјувач, кабелски/воздушни приклучоци.
 - Заштита: надструјна + земјоспојна (по потреба насочна 67/67N ако е прстен/двострано напојување).

За ориентација за типични решенија на 24 kV секундарна дистрибуција (RMU/компактни постројки), производителите опишуваат вакви конфигурации со 3-положбени расклопувачи, вакуумски прекинувачи, заземјувачи и кабелски приклучоци.

3.4 Два 20 kV водови, должина 500 m + 500 m

Од двете изводни ќелии продолжуваат два 20 kV водови со должина по 500 m (вкупно 1.000 m траса). Во проектната пракса се разгледуваат две варијанти:

- Кабелски водови (најчесто решение за 500 m): 12/20 kV XLPE кабли со метален екран, положени во кабелски ров со песочна постелка, заштитни плочи/цевки каде што е потребно, предупредувачка лента, кабелски шахти по потреба и кабелски завршетоци во ќелиите и на точката на приклучување.
- Воздушни водови (ако терен/ОДС дозволува): бетонски/челични столбови, проводници, изолатори, пренапонски одводници, заземјување на столбови, и завршни точки.

Во описот подолу (и во трошоците) давам основна пресметка за кабелска варијанта, затоа што е најчеста за ваква должина и урбано/полу-урбано приклучување.

4) Заштита, мерење, управување и работа со БАТЕРИСКИ СИСТЕМ

4.1 Интерфејс/мрежна заштита (на точка на приклучок)

Во мерно-спојната ќелија типично се инсталира интерфејс заштита која обезбедува усогласеност со барања на ОДС и спречува островско работење:

- 27/59 (под-/наднапон),
- 81U/81O (под-/надфреквенција),
- 50/51 и 50N/51N (надструјна и земјоспојна),
- анти-островење (ROCOF / vector shift или функционалност од инвертерите/PCS согласно услови),
- по потреба 67/67N (насочна) и синхро-чек (25) ако се бара.

4.2 Заштити на трансформатор и изводи

- Трансформатор: термичка, притисок/гас (ако е применливо), надструјна од СН страна, опционално диференцијална (87T) зависно од концепт/услови.
- Изводи 20 kV: селективна надструјна/земјоспојна; координација со постоечките заштити на мрежата (селективност).

4.3 Мерење (фактурно) и квалитет на енергија

- Мерење на СН: СТ/НТ класа за фактурирање (на пр. 0,2S) и двонасочно броило (активна/реактивна енергија), со далечинско отчитување ако го бара ОДС.

- Квалитет: инвертерите и PCS треба да обезбедат лимити за THD/фликер и контрола на фактор на моќност/реактивна моќност според мрежните услови.

4.4 Интегрирано складиште (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) 1 MW – специфики за приклучок

- PCS работи двонасочно: полнење (увоз од мрежа/ФВ) и празнење (извоз во мрежа).
- Во управувањето се дефинираат режими: ограничување на максимален извоз (на пр. на ниво на договорена приклучна моќност), ramp-rate контрола, peak-shaving, и поддршка со реактивна моќност.
- Бидејќи ОДС експлицитно наведува дека согласност е потребна и за уред за складирање, БАТЕРИСКИ СИСТЕМ се третира како дел од приклучниот капацитет и режимите мора да се усогласат со решението за согласност и техничките услови.

5) Заземјување и заштита од пренапони/гром

- Се изведува заземјувачка мрежа (земјоводна решетка) за трансформаторот, СН постројката, металните конструкции и кабелските екрани, со цел да се обезбедат дозволени допирни/чекорни напони.
- На СН страна: пренапонски одводници (MOV) во близина на трансформаторот и на изводите (посебно ако има воздушен дел или премин воздушно-кабел).
- Сите кабелски екрани и метални обвивки се третираат со правилно заземјување (еднократно/двократно, со анализа на струи во екрани и напони на обвивки).

6) Испитувања, пуштање во работа и прием

Минимален сет (типичен):

- Испитување на трансформатор (рутински/приемни тестови, изолација, однос, загуби, диелектрик).
- многу ниска фреквенција/hipot тест на 20 kV кабли, тест на обвивка и проверка на кабелски завршетоци.
- Примарна/секундарна проба на заштити, селективност, испитување на командни кола и далечинско исклучување (ако се бара).
- Функционална проба на интерфејс заштита и анти-островење.
- Мерење на отпор на заземјувач и верификација на допирни/чекорни напони.

7) Приказ на трошоци (ориентационо), адаптирано за изведба во РСМ

Подолу е ориентациона пресметка за приклучната опрема што ја наведовте (вкл. трансформатор), со средни пазарни вредности за 2025/2026 и типични локални трошоци за изведба (градежни + електромонтажни). Цените варираат значајно поради бренд/спецификација, материјали (Cu/Al),

рокови и тендерски услови (ова е општо познато и за трансформатори материјалите и спецификациите се главен двигател на цената).

Валута: EUR и пресметано во MKD со 1 EUR $\approx$ 61,5 MKD (фиксен курс во пракса).

ДДВ: не е вклучен (можам да го прикажам одделно).

Варијанта на водови: кабелски 20 kV (2×500 m).

7.1 Детална ставка-листа (BoQ – средна вредност)

Ставка	Кол.	Ед.	Ед. цена (EUR)	Вкупно (EUR)
4 MVA трансформатор 20/0,63 kV (испорака + основна опрема)	1	компл.	150.000	150.000
СН разводна опрема 24 kV – трафо ќелија (прекинувач/расклопувач – заштита)	1	компл.	20.000	20.000
СП разводна опрема 24 kV – мерно-спојна ќелија (прекинувач + СТ/НТ + броило/интерфејс)	1	компл.	35.000	35.000
СП разводна опрема 24 kV – изводна ќелија	2	компл.	18.000	36.000
Систем за заштита/управување (релејна табла, DC напојување, сигнализација, комуникации – ако се бара)	1	компл.	20.000	20.000
НН инсталација 0,63 kV – кабли/траса/терминации (325 m)	325	m	160	52.000
20 kV кабелски вод – материјал (2×500 m траса, кабли + екран + маркери)	1.000	m траса	85	85.000
20 kV кабелски вод – ископ/полагање/затрпување/означување	1.000	m траса	55	55.000
20 kV завршетоци/спојки/приклучници (терминации, separable connectors, тестови)	1	компл.	15.000	15.000
Градски работи (трансформаторска платформа, темелн, канализации/кабелски канал, отпада)	1	компл.	45.000	45.000
Заземјување + пренапонска заштита	1	компл.	18.000	18.000
Испитувања, релејни подесувања, пуштање во работа, примопредавање	1	компл.	15.000	15.000
Проектирање, надзор, “”, техничка документација	1	компл.	12.000	12.000
Меѓузбир (без резерва):	~		558.000	EUR
Резерва/непредвидени (10%): ~ 55.800 EUR				
Вкупно (без ДДВ):	~		613.800	EUR
→ Во MKD ($\approx$ 61,5): ~ 37.750.000 MKD				
ДДВ 18% (ако се применува на целата сума):	~		110.500	EUR
Вкупно со ДДВ: ~ 724.300 EUR ($\approx$ 44.550.000 MKD)				

40. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ФОТОНАПОНСКА ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА СО ИНТЕГРИРАН БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „НОВАСОЛ ЕНЕРГИ 2“

1) Општи податоци за објектот и приклучокот

Фотонапонската електроцентрала „Новасол Енерги 2“ има инсталирана моќност 2,97 MW, со интегрирано складиште (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) со активна моќност 1 MW. Приклучувањето е предвидено на среднапонско (СН) ниво 20 kV кон електродистрибутивната мрежа, преку сопствена трансформаторска и разводна опрема, како и преку два изводни водови.

Според објавените услови/постапки на ОДС, приклучување се врши врз основа на Решение за согласност за приклучување, а ваква согласност е потребна и при поставување генераторски единици и при инсталирање уред за складирање на електрична енергија.

2) Референтна регулатива и стандарди (типично применливи во РСМ)

Регулатива/постапка (ОДС):

- Барањето за приклучување на производител се поднесува преку платформата на ОДС, а приклучокот се реализира по добени лиценци/овластувања и по исполнување на техничките услови за приклучување.
- Во мрежните правила (општо) се бара корисникот да ја координира заштитата со заштитата во дистрибутивната мрежа за дефекти во постројката да не предизвикуваат нарушувања во мрежата.

Технички стандарди (инженерска пракса):

- Трансформатори: IEC 60076
- СН разводни постројки: IEC 62271 (вкл. IEC 62271-200 за метал-обложени постројки)
- Квалитет на напон/хармоници: EN 50160, IEC 61000
- Заземјување: EN 50522 / IEC 61936-1
- Комуникации/систем за надзор и управување (ако се бара): IEC 60870-5-104 или еквивалент, според услови на ОДС.

3) Електрично решение и главни подсистеми на приклучокот

3.1 Нисконапонска внатрешна инсталација 0,63 kV (должина 325 m)

На НН (0,63 kV) страна се формира заедничка НН собирачница (bus) на која се приклучуваат:

- излезите од ФВ инвертерите (или групни инвертер-станции),
- PCS на батерискиот систем (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) 1 MW (двонасочен конвертор),
- помошни потрошувачи (сопствена потрошувачка) преку НН разводен ормар.

Инсталацијата 0,63 kV со должина 325 m се изведува како кабелска траса (канал/ров, кабелски полици во кабелски канали, или комбинација), со:

- енергетски кабли со соодветен пресек (типично Al/Cu 0,6/1 kV, пресек дефиниран со струјно оптоварување, пад на напон и краткоспојна издржливост),
- кабелски завршетоци/папучи, означување, механичка заштита,
- локални НН разводни ормари/секционирање по полиња (по потреба за селективност и сервисирање).

Забелешка: НН ниво 0,63 kV е често кај utility-scale инвертери/PCS; пресеците и бројот на паралелни кабли се дефинираат со финална еднополна шема и струјни пресметки.

3.2 Трансформатор 4 MVA (20 kV / 0,63 kV)

Предвиден е енергетски трансформатор 4 MVA кој ја врши трансформацијата од 0,63 kV на 20 kV. Типично решение:

- ONAN (масло-ладен), 50 Hz,
- Ук% по проект (типично 6 - 10% за вакви моќности),
- Дун група (на пр. Dyn11) или според потреби за заземјување/хармоници,
- тап-прекинувач без напон (+2×2,5% или слично) за прилагодување на напонските услови,
- заштити: температура масло/намотки, Бухолц (ако е применливо), притисочен вентил, индикатори ниво/температура, терминали за аларм/исклучување.

Трансформаторот е дел од приклучокот и се вклучува во трошоците (како што барате).

3.3 Среднонапонска постројка 20 kV (СН ќелии)

СН постројката е проектирана на 24 kV класа опрема (за 20 kV мрежи) и вклучува вкупно 4 полиња/ќелии:

2. СП трафо ќелија (трансформаторско поле)
 - Функција: приклучок на трансформаторот на 20 kV страна.
 - Опрема: вакуумски прекинувач или прекинувач-расклопувач со осигурувачи (изборот зависи од концептот и барања на ОДС), заземјувач, кабелски приклучоци, мерни трансформатори ако се бара за заштита.
 - Релејна заштита: надструјна/напојна, земјоспој, термичка, и сл.
3. СН мерно-спојна ќелија (мерно + спојно поле / точка на приклучок)
 - Функција: мерно место за фактурирање и спојно место кон мрежата на ОДС, најчесто со главен прекинувач и интерфејс заштитата.
 - Опрема: прекинувач, разделувачи/заземјувачи, СТ/ИТ за мерење, приклучок за далечинско отчитување, комуникациски интерфејс (ако ОДС бара).
 - Во ова поле во пракса се имплементираат и услови за ограничување на извоз/увоз (ако се договори) и услови за исклучување по барање на ОДС.
4. и 4) Две изводни далекуводни ќелии (фидер полиња) на 20 kV
 - Функција: два независни изводи кон два 20 kV водови (за приклучок/врзување на постоечки вод, радијално или прстенесто).
 - Опрема: прекинувач или прекинувач-расклопувач, заземјувач, кабелски/воздушни приклучоци.

- Заштита: надструјна + земјоспојна (по потреба насочна 67/67N ако е прстен/двострано напојување).

За ориентација за типични решенија на 24 kV секундарна дистрибуција (RMU/компактни постројки), производителите опишуваат вакви конфигурации со 3-положбени расклопувачи, вакуумски прекинувачи, заземјувачи и кабелски приклучоци.

3.4 Два 20 kV водови, должина 500 m + 500 m

Од двете изводни ќелии продолжуваат два 20 kV водови со должина по 500 m (вкупно 1.000 m траса). Во проектната пракса се разгледуваат две варијанти:

- Кабелски водови (најчесто решение за 500 m): 12/20 kV XLPE кабли со метален екран, положени во кабелски ров со песочна постелка, заштитни плочи/цевки каде што е потребно, предупредувачка лента, кабелски шахти по потреба и кабелски завршетоци во ќелиите и на точката на приклучување.
- Воздушни водови (ако терен/ОДС дозволува): бетонски/челични столбови, проводници, изолатори, пренапонски одводници, заземјување на столбови, и завршни точки.

Во описот подолу (и во трошоците) давам основна пресметка за кабелска варијанта, затоа што е најчеста за ваква должина и урбано/полу-урбано приклучување.

4) Заштита, мерење, управување и работа со БАТЕРИСКИ СИСТЕМ

4.1 Интерфејс/мрежна заштита (на точка на приклучок)

Во мерно-спојната ќелија типично се инсталира интерфејс заштита која обезбедува усогласеност со барања на ОДС и спречува островско работење:

- 27/59 (под-/наднапон),
- 81U/81O (под-/надфреквенција),
- 50/51 и 50N/51N (надструјна и земјоспојна),
- анти-островење (ROCOF / vector shift или функционалност од инвертерите/PCS согласно услови),
- по потреба 67/67N (насочна) и синхро-чек (25) ако се бара.

4.2 Заштити на трансформатор и изводи

- Трансформатор: термичка, притисок/гас (ако е применливо), надструјна од СН страна, опционално диференцијална (87T) зависно од концепт/услови.
- Изводи 20 kV: селективна надструјна/земјоспојна; координација со постоечките заштити на мрежата (селективност).

4.3 Мерење (фактурно) и квалитет на енергија

- Мерење на СН: СТ/НТ класа за фактурирање (на пр. 0,2S) и двонасочно броило (активна/реактивна енергија), со далечинско отчитување ако го бара ОДС.
- Квалитет: инвертерите и PCS треба да обезбедат лимити за THD/фликер и контрола на фактор на моќност/реактивна моќност според мрежните услови.

4.4 Интегрирано складиште (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) 1 MW – специфики за приклучок

- PCS работи двонасочно: полнење (увоз од мрежа/ФВ) и празнење (извоз во мрежа).
- Во управувањето се дефинираат режими: ограничување на максимален извоз (на пр. на ниво на договорена приклучна моќност), ramp-rate контрола, peak-shaving, и поддршка со реактивна моќност.
- Бидејќи ОДС експлицитно наведува дека согласност е потребна и за уред за складирање, БАТЕРИСКИ СИСТЕМ се третира како дел од приклучниот капацитет и режимите мора да се усогласат со решението за согласност и техничките услови.

5) Заземјување и заштита од пренапони/гром

- Се изведува заземјувачка мрежа (земјоводна решетка) за трансформаторот, СН постројката, металните конструкции и кабелските екрани, со цел да се обезбедат дозволени допирни/чекорни напони.
- На СН страна: пренапонски одводници (MOV) во близина на трансформаторот и на изводите (посебно ако има воздушен дел или премин воздушно-кабел).
- Сите кабелски екрани и метални обвивки се третираат со правилно заземјување (еднократно/двократно, со анализа на струи во екрани и напони на обвивки).

6) Испитувања, пуштање во работа и прием

Минимален сет (типичен):

- Испитување на трансформатор (рутински/приемни тестови, изолација, однос, загуби, диелектрик).
 - многу ниска фреквенција/hipot тест на 20 kV кабли, тест на обвивка и проверка на кабелски завршетоци.
 - Примарна/секундарна проба на заштити, селективност, испитување на командни кола и далечинско исклучување (ако се бара).
 - Функционална проба на интерфејс заштита и анти-островење.
 - Мерење на отпор на заземјувач и верификација на допирни/чекорни напони.
-

7) Приказ на трошоци (ориентационо), адаптирано за изведба во РСМ

Подолу е ориентациона пресметка за приклучната опрема што ја наведовте (вкл. трансформатор), со средни пазарни вредности за 2025/2026 и типични локални трошоци за изведба (градежни и електромонтажни). Цените варираат значајно поради бренд/спецификација, материјали (Cu/Al), рокови и тендерски услови (ова е општо познато и за трансформатори – материјалите и спецификациите се главен двигател на цената).

Валута: EUR и пресметано во MKD со 1 EUR $\approx$ 61,5 MKD (фиксен курс во пракса).

ДДВ: не е вклучен (можам да го прикажам одделно).

Варијанта на водови: кабелски 20 kV (2 $\times$ 500 m).

7.1 Детална ставка-листа (BoQ – средна вредност)

Ставка	Кол.	Ед.	Ед. цена (EUR)	Вкупно (EUR)
4 MVA трансформатор 20/0,63 kV (испорака + основна опрема)	1	компл.	150.000	150.000
СН разводна опрема 24 kV – трафо ќелија (прекинувач/расклопувач + заштита)	1	компл.	20.000	20.000
СП разводна опрема 24 kV – мерно-спојна ќелија (прекинувач + СТ/НТ + броило/интерфејс)	1	компл.	35.000	35.000
СН разводна опрема 24 kV – изводна ќелија	2	компл.	18.000	36.000
Систем за заштита/управување (релејна табла, DC напојување, сигнализација, комуникации ако се бара)	1	компл.	20.000	20.000
НН инсталација 0,63 kV – кабли/траса/терминации (325 m)	325	m	160	52.000
20 kV кабелски вод – материјал (2 $\times$ 500 m траса, кабли + скран + маркери)	1.000	m траса	85	85.000
20 kV кабелски вод – ископ/полагање/затрпување/означување	1.000	m траса	55	55.000
20 kV завршетоци/спојки/приклучници (терминации, , тестови)	1	компл.	15.000	15.000
Градежни работи (трансформаторска платформа, темели, канализации/кабелски канали, ограда)	1	компл.	45.000	45.000
Заземјување + пренапонска заштита	1	компл.	18.000	18.000
Испитувања, релејни подесувања, пуштање во работа, примопредавање	1	компл.	15.000	15.000
Проектирање, надзор, “”, техничка документација	1	компл.	12.000	12.000
Мсгузбир (без резерва):	~		558.000	EUR
Резерва/непредвидени (10%): ~ 55.800 EUR				
Вкупно (без ДДВ):	~		613.800	EUR
→ Во MKD ($\approx$ 61,5): ~ 37.750.000 MKD				
ДДВ 18% (ако се применува на целата сума):	~		110.500	EUR
Вкупно со ДДВ: ~ 724.300 EUR ($\approx$ 44.550.000 MKD)				

41. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „МАГМА ДМ ГРИНФИЛД“

1) Опсег и основни параметри на приклучокот (5 MW БАТЕРИСКИ СИСТЕМ на 20 kV)

Предмет на описот е приклучок на складиште на електрична енергија (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) со активна моќност 5 MW на електродистрибутивна мрежа 20 kV, преку силов трансформатор 6 MVA и сопствена трансформаторска станица/постројка со:

- Трансформатор 6 MVA (20 kV / 0,63 kV) – дел од приклучокот и се пресметува во трошоците
- Внатрешна НН инсталација 0,63 kV, должина 225 m
- СН постројка (20 kV) со:
 - 1 среднапонска трафо ќелија (излез кон трансформатор)
 - 1 среднапонска мерно-спојна ќелија (мерење + спојување кон мрежа според услови на ДСО)
 - 2 изводни далекуводни ќелии (20 kV)
- Од двете далекуводни полиња продолжуваат 20 kV далекуводи со должина 884 m. (Во пресметката подолу е земено $2 \times 884 \text{ m} = 1,768 \text{ km}$ вкупно; ако 884 m е вкупно за двата вода – трошокот за линија се преполовува.)

Постапката и условите за приклучување во практика ги дефинира операторот на дистрибутивниот систем (ДСО) преку согласност/технички услови за приклучување и важечки мрежни правила.

2) Концепт и еднолиниска функционална шема (описно)

БАТЕРИСКИ СИСТЕМ (PCS инвертори) работи на 0,63 kV наизменична струја (двонасочно: полнење/празнење). Од PCS излезите се формира НН собирница/главна НН табла, па преку НН врска (225 m) се напојува силов трансформатор 0,63/20 kV. На 20 kV страна трансформаторот се поврзува во СН построј (20 kV) од каде преку мерно-спојната ќелија и далекуводните ќелии приклучокот се врзува на дистрибутивната мрежа (радијално или во прстен – зависно од условите на ДСО).

3) Нисконапонски дел 0,63 kV (225 m)

3.1 Главна НН разводна табла (0,63 kV)

- Номинална моќност: до 6 MVA (по трансформатор)
- Номинална струја на 0,63 kV:
 - за 5 MW (пример $\text{PF} \approx 0,95$) $\approx 4,8 \text{ kA}$
 - за 6 MVA $\approx 5,5 \text{ kA}$
- Практична импликација: НН опремата мора да е во класа $\geq 6 \text{ kA}$ (собирници, прекинувачи, шински систем/кабли), со соодветна термичка и динамичка издржливост и селективност.

Типични функции:

- Главен прекинувач (наизменична струја) со мерна функција, селективна заштита и далечинско управување
- Изводи кон PCS-единици (со сопствени прекинувачи/осигурувачи)

- Мерења: U, I, P/Q, енергија, THD (пожелно за доказ за квалитет на енергија)

3.2 НН врска 225 m (кабли или шински канал)

Поради високите струи, најчеста реализација е:

- шински канал (шинопровод) 6300 A, или
- паралелни НН кабелски водови (повеќе паралелни кабли по фаза), во кабелски канал/ров, со контролирана распределба на струја и термички услови.

Се предвидуваат:

- механичка заштита, носачи, противпожарни прегради каде минува низ објект,
- мерење на пад на напон (цел: типично $\leq 2-3\%$ во НН дел),
- заземјување на метални обвивки/канали и потенцијално изедначување.

4) Силов трансформатор 6 MVA (20/0,63 kV)

4.1 Типични технички барања

- Моќност: 6 MVA (резерва над 5 MW за загуби/реактивна моќност/преоптоварување по режим)
- Напони: 20 kV / 0,63 kV, 50 Hz
- Ладење: ONAN (стандардно)
- Векторска група: најчесто Dyn11 (по усогласување со PCS и ДСО)
- Регулација: тапови $\pm 2 \times 2,5\%$ (или по услови на ДСО; во практика, БАТЕРИСКИ СИСТЕМ често ја носи регулацијата преку инвертор)

4.2 Опрема и заштити на трансформатор

- Бухолц реле (за маслен трансформатор), термометри (намотки/масло), притисочен вентил
- Пренапонски одводници на 20 kV страна
- Када/барьера за масло, ако се бара (еколошки услови)

5) Среднонапонска постројка 20 kV (ќелии)

Постројката се проектира како 24 kV класа (стандардно за 20 kV мрежи), со номинална струја најчесто 630 A (струјата на 6 MVA на 20 kV е ≈ 173 A, па 630 A е доволно со резерва).

5.1 Трафо ќелија (20 kV – извод кон трансформатор)

Функција: приклучување и заштита на трансформаторот од 20 kV страна. Типично содржи:

- вакуумски прекинувач (VCB) или товарен прекинувач (LBS) со осигурувачи (зависи од политиката на ДСО и бараната селективност)
- заземјувачки нож, механички и електрични меѓузаклучувања
- заштитни релеја (50/51, 50N/51N, по потреба 49/27/59)

5.2 Мерно-спојна ќелија (20 kV)

Функција: мерење на електрична енергија на СН ниво и спојување/раздвојување со мрежата на ДСО.

- Мерни трансформатори: СТ/НТ со класа за мерење (типично 0,2S/0,5S согласно барање)
- Мерна опрема: двонасочно мерење, профили, далечинско читање (по услови на ДСО)
- Спојна функција: прекинувач/раздвојувач и можност за пломбирање според ДСО

(Точната конфигурација – што е во сопственост на инвеститорот, а што на ДСО – се дефинира со техничките услови и проектот за приклучок.)

5.3 Две далекуводни ќелии (20 kV)

Функција: два независни 20 kV извода (линиски полиња) кои продолжуваат со далекуводи. Типично содржат:

- VCB со релејна заштита насочна/ненасочна прекумерна струја и земјоспој (50/51, 67, 50N/51N/67N – по координација со ДСО)
- индикација на дефект и локално/далечинско управување
- заземјувачки нож и меѓузаклучувања

6) 20 kV далекуводи (2×884 m)

Бидејќи е наведено „далекувод“, најчесто се подразбира надземен вод, но реализацијата може да биде и подземен 20 kV кабел ако трасата/урбанизмот така наложува.

6.1 Надземен 20 kV вод (типични елементи)

- армирано-бетонски/челични столбови, темели (каде треба)
- проводник (на пр. наизменична струјаSR или Al-легура), изолаторски синцири/пост изолатори
- заземјување на столбови по правила, громобранска заштита и одводници на критични точки
- расчистување на коридор, геодезија и согласности за траса

6.2 Подземен 20 kV вод (ако се бара)

- кабел тип NA2XS(F)2Y или еквивалент (12/20 kV), во ров/цевки, со кабелски завршетоци и спојки

- подземниот вод е значително поскап по km од надземниот (ископ, враќање на коловоз, спојки).

7) Заштита, автоматика, квалитет на енергија и комуникации

7.1 Мрежни и постројни заштити (минимум)

- На точка на приклучок: 27/59 (под/наднапон), 81U/81O (под/надфреквенција), ROCOF/anti-islanding (по барање на ДСО), sync-check (ако се бара)
- Линиски изводи: 50/51 и 50N/51N (или насочни 67/67N) со селективност
- Трансформатор/келџа: заштита од преоптоварување и краток спој; по потреба диференцијална (87T) за поголема сигурност

7.2 Управување и телеметрија

- Локален систем за надзор и управување/PLC на БАТЕРИСКИ СИСТЕМ + далечинска терминална единица за ДСО (ако се бара)
- Сигнали: состојби на прекинувачи, мерени вредности P/Q/U/I, аларми, ограничувања, команда за исклучување (trip)
- Често се бара далечински надзор за извори/складишта приклучени на мрежа.

7.3 Хармоници и реактивна моќност

- PCS мора да ги држи хармониците и фликерот во дозволени граници и да обезбеди управување со реактивна моќност/фактор на моќност по услови на ДСО (вообичаено PF-сетирање или Q(U) карактеристика).

8) Заземјување и громобранска заштита

- Заземјувачка мрежа за ТС (СН построј + трансформатор + НН табла) со потенцијално изедначување
- Проверка на допирен/чекорен напон (особено ако има метални огради и пристапни патеки)
- Громобранска инсталација на објектот и пренапонска заштита (SPD) во НН и комуникациски линии

9) Тестирање и пуштање во работа (типичен план)

- Кабли: многу ниска фреквенција/изолациски тест (за СН), IR/continuity (за НН)
- Трансформатор: ratio, winding resistance, oil tests (ако е маслен), функционални тестови на сигнализации
- Примарни/секундарни инјекции за релејна заштита, проверка на селективност

- систем за надзор и управување/далечинска терминална единица комуникации и функционален приемни тестови на лице место
- Пробна работа со режими на полнење/празнење и потврда на услови на ДСО

10) Приказ на трошоци (ориентационо) – прилагодено за РС Македонија

Валута: EUR (и пресметка во МКД).
 Курс: во примерот е земен среден курс 1 EUR $\approx$ 61,53 МКД (објавен како „НБРМ EUR ... 61.5300“ на курсна листа).
 ДДВ: стандардна стапка 18% (прикажано одделно).
 Цените се без ДДВ, типично ЕРС/изведба, со вклучени набавка + монтажа + основни испитувања. Ова е буџетска проценка (реалната цена зависи од брендови, услови на ДСО, траса, геологија, пристап, рокови).

10.1 Табела – буџетска пресметка (без ДДВ)

Ставка	Кол.	Ед. цена (EUR)	Износ (EUR)
Силов трансформатор 6 MVA 20/0,63 kV (ONAN), додатоци, транспорт, монтажа	1	165.000	165.000
СН построј (24 kV) – 4 ќелии (графо + мерно-спојна + 2 далекуводни), со прекинувачи и меѓузаклучувања	1	95.000	95.000
Заштита, мерење и автоматика (релеја, броило 0.2S, RTU/SCADA, телекомуникација до ДСО)	1	25.000	25.000
НН главна разводна табла 0,63 kV, ≥ 6 kA	1	55.000	55.000
НН инсталација 0,63 kV – 225 m (шини/кабли во канал, носачи, завршетоци, тестирање)	225 m	355	79.875
20 kV далекуводи (2 $\times$ 884 m = 1,768 km) со 1,768 столбови/изолатори/проводник/земјовод	1,768 km	42.500	75.140
Заземјување и громобранска заштита (мрежа, SPD, арестери)	1	18.000	18.000
Градежни работи (темели, када за масло, кабелски ровови/канал, платформи, ограда)	1	65.000	65.000
Испитувања и пуштање во работа (релеј тестови, примарни инјекции, SAT)	1	15.000	15.000
Проектирање, ревизија, согласности, надзор, геодезија	1	30.000	30.000

Ставка	Кол.	Ед. цена	Износ
		(EUR)	(EUR)
Меѓузбир			623.015
Непредвидени/резерва (10%)			62.302
ВКУПНО (без ДДВ)			685.317 EUR

Вкупно (без ДДВ) во МКД: $685.317 \times 61,53 \approx 42.167.524$ МКД.

10.2 Со ДДВ (18%)

- Вкупно со ДДВ: ≈ 808.673 EUR
- Вкупно со ДДВ во МКД: $\approx 49.757.679$ МКД

42. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ГЕНИ-И СОНЦЕ“

1) Општ опис на приклучокот (2 MW БАТЕРИСКИ СИСТЕМ на 20 kV)

Предмет е приклучување на складиште на електрична енергија (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) со инсталирана активна моќност 2 MW на електродистрибутивна мрежа 20 kV, преку сопствена приклучна трафостаница со трансформатор 2.5 MVA и среднонапонска постројка со 4 ќелии:

- 1× СН трафо-ќелија (извод кон трансформатор),
- 1× СН мерно-спојна ќелија (мерење и спојување/раздвојување со мрежата),
- 2× СН далекуводни ќелии (две линиски полиња на 20 kV).

За приклучување на објект на дистрибутивната мрежа е потребно Решение за согласност за приклучување (важи и за “инсталирање на уред за складирање на електрична енергија”) и барањето се поднесува преку е-платформата на Електродистрибуција.

2) Еднополна функционална шема (логика на врзување)

Типично (најчесто како вметнување во 20 kV прстен/линија):

20 kV мрежа → Линиско поле L1 → СН собирници → Линиско поле L2 → продолжување на 20 kV линија

Од СН собирници:

- Мерно-спојно поле (со мерни ТС/ТН и прекинувач за спојување/исклучување),
- Трафо поле (извод кон трансформатор 20/0.63 kV).

Потоа:

- Трансформатор 20/0.63 kV, 2.5 MVA
→ НН главен развод 0.63 kV
→ НН инсталација 125 m (кабли или шинопровод)
→ PCS/инвертери на БАТЕРИСКИ СИСТЕМ (двонасочно: полнење/празнење).

3) Среднонапонски дел 20 kV (келли, опрема, функции)

3.1 Далекуводни келли (2 полиња)

Наменети за влез/излез на 20 kV водови (прстен или радијално напојување) и обично содржат:

- товарен прекинувач/расклопувач (или прекинувач во зависност од концептот),
- заземјувач
- механички и електрични блокади (интерлок) за безбедно маневрирање,
- индикатори за присуство на напон (VPIS/VDS) и приклучоци за испитување на кабли (ако е кабелски извод),
- пренапонски одводници (по барање на ОДС/проект).

Напомена за линиите: наведено е дека двете линиски полиња продолжуваат со 20 kV водови со должина 774 m. Во практиката ова најчесто значи:

- или вкупно 774 m нов 20 kV вод (вклучувајќи два правци/сегменти),
- или 774 m по сегмент, т.е. $2 \times 774 \text{ m} = 1,548 \text{ km}$ вкупно траса. Во трошоците подолу ги прикажувам двете интерпретации за да нема ризик.

3.2 Мерно-спојна келија

Функции:

- мерење на активна и реактивна енергија во 4 квадранти (import/export, Q+/Q-) – важно бидејќи БАТЕРИСКИ СИСТЕМ е и потрошувач и производител,
- спојување/раздвојување од мрежата преку вакуумски прекинувач (типично),
- место за мерни трансформатори:
 - ТН (НТ) 20 kV,
 - ТС (СТ) за мерна група (класа според барање на ОДС) и посебна група за заштита.

- можност за далечинска телесигнализација/систем за надзор и управување (ако ОДС го бара).

3.3 Трафо-келџа (извод кон трансформатор)

Функции:

- напојување на трансформаторот и негово исклучување при дефект/преоптоварување,
- заштита (во зависност од концепт):
 - варијанта А: прекинувач + заштитно реле (најчесто за 2.5 MVA),
 - варијанта Б: товарен прекинувач + осигурувачи (поретко кај поголеми моќности, зависи од политика на ОДС).

3.4 Номинални струи (за ориентација)

- На 20 kV, за 2.5 MVA:

$$I_{20kV} \approx \frac{2.5 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ kV}} \approx 72 \text{ A}$$

- На 0.63 kV, за 2.5 MVA:

$$I_{0.63kV} \approx \frac{2.5 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \cdot 0.63 \text{ kV}} \approx 2,290 \text{ A}$$

Ова практично значи дека НН врската 125 m мора да е шинопровод или повеќепаралелни кабли со соодветно димензионирање и деретирања.

4) Трансформатор 2.5 MVA (20/0.63 kV) – технички барања

Типични проектни барања:

- моќност: 2.5 MVA, фреквенција 50 Hz,
- напони: 20 kV / 0.63 kV,
- регулирање: оф-лоуд префрлувач ($\pm 2 \times 2.5\%$ или слично), освен ако ОДС бара поинаку,
- ладилно средство: маслен (ONAN) или сув – избор според локација/ТПЗ,
- опрема: термометар, реле Бухолц (ако е маслен), индикатор ниво, пренапонски одводници на СН страна, заземјување на казан/јадро,
- градежно: постамент + масло-када/собирник (за маслен), ограда и пристап за одржување.

5) Нисконапонски дел 0.63 kV – главен развод и 125 m внатрешна инсталација

5.1 НН главен развод (0.63 kV)

- главен прекинувач (наизменична струјаВ) со моторен погон/далечинско исклучување (по потреба),
- мерни инструменти и квалитет на електрична енергија (по договор),

- селективност со PCS заштити,
- еднонасочна струја напојување (батериски полнач) за командни кола на СН/НН (ако е потребно).

5.2 НН инсталација 125 m (кабли или шинопровод)

Поради голема струја, технички најчести решенија:

- шинопровод (шинопровод) 2,000–2,500 А, или
- паралелни кабли (на пр. 3–5 паралели по фаза, зависно од пресек/материјал/деретирања/начин на полагање).

Се проектираат:

- траса (кабелски полици/канали), пожарна класа (LSZH каде е потребно),
- пад на напон, краткоспојни услови и термички напрегања,
- заземјување и изедначување на потенцијали по цела должина.

6) Заштита, автоматика и услови за работа со мрежа (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ специфични)

Минимум функционалности кои обично се бараат за извор/складиште на ДСО:

- надструјна и земјоспојна заштита (50/51, 50N/51N) на СН страна,
- под/наднапонска и под/надфреквентна (27/59, 81U/81O),
- анти-островска функција согласно барања на ОДС,
- логика за исклучување при дефект на трансформатор/постројка,
- блокади за маневрирање со заземјувач/врата/прекинувач,
- можност за телеметрија/телесигнализација ако ОДС побара (статуси, мерни величини, аларми).

7) 20 kV водови (774 m) – технички опис

Во зависност од проектот/условите на терен, водовите може да се:

- кабелски (подземни): 12/20 kV XLPE кабел, ров, песочно легло, предупредувачка лента, кабелски спојки и завршници;
- воздушни (далекувод): бетонски/метални столбови, проводник, изолатори, заземјување на столбови, заштита од пренапони.

Изборот директно влијае на трошокот и рокот.

8) Трошоци (ориентациона пресметка за изведба во РС Македонија)

Важно (што е вклучено): трансформатор 2.5 MVA, СН ќелии, НН инсталација 125 m, 20 kV водови 774 m, градежни/монтажни, испитувања, проектирање.
Не е вклучено: евентуални надоместоци/услови за приклучување што ги пресметува ОДС по решение (овие се посебна ставка по постапка).

Курс за пресметка: 1 EUR $\approx$ 61.5 MKD (ориентационо).

8.1 Базни трошоци (без 20 kV водови)

Ориентационо: $\approx$ 297,500 EUR ($\approx$ 18.3 милиони MKD) – вклучува:

- трансформатор 2.5 MVA,
- СН постројка 4 ќелии + киоск/објект,
- мерна/релејна опрема,
- НН главен развод,
- НН врска 125 m (кабли/шинопровод),
- заземјување/громобран,
- градежни и монтажни работи,
- тестирања и пуштање,
- проектирање/надзор.

8.2 Додаток за 20 kV водови (774 m) две можни интерпретации

Подолу се дадени типични единични трошоци (материјал + изведба), со распон што во пракса најмногу зависи од траса, експропријација, раскопи/асфалт, тип столбови, број премини и сл.

Варијанта	Должина што се фактурира	што се Ориентациски трошок за 20 kV водови	Вкупно (без резерва)	Вкупно + 10% резерва
Воздушен вод	0.774 km (ако е вкупно)	$\approx$ 30,960 EUR	$\approx$ 328,460 EUR	$\approx$ 361,306 EUR ($\approx$ 22.2 MMKD)
Подземен кабел	0.774 km (ако е вкупно)	$\approx$ 69,660 EUR	$\approx$ 367,160 EUR	$\approx$ 403,876 EUR ($\approx$ 24.8 MMKD)
Воздушен вод	1.548 km (ако е $2 \times 774 m$)	$\approx$ 61,920 EUR	$\approx$ 359,420 EUR	$\approx$ 395,362 EUR ($\approx$ 24.3 MMKD)
Подземен кабел	1.548 km (ако е $2 \times 774 m$)	$\approx$ 139,320 EUR	$\approx$ 436,820 EUR	$\approx$ 480,502 EUR ($\approx$ 29.6 MMKD)

43. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ГЕНИ-И СОНЦЕ“**1) Опсег и основни параметри на приклучокот (5 MW БАТЕРИСКИ СИСТЕМ на 20 kV)**

Предмет на описот е приклучок на складиште на електрична енергија (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) со активна моќност 5 MW на електродистрибутивна мрежа 20 kV, преку силов трансформатор 6 MVA и сопствена трансформаторска станица/постројка со:

- Трансформатор 6 MVA (20 kV / 0,63 kV) – дел од приклучокот и се пресметува во трошоците
- Внатрешна НН инсталација 0,63 kV, должина 225 m
- СН постројка (20 kV) со:
 - 1 среднапонска трафо ќелија (излез кон трансформатор)
 - 1 среднапонска мерно-спојна ќелија (мерење + спојување кон мрежа според услови на ДСО)
 - 2 изводни далекуводни ќелии (20 kV)
- Од двете далекуводни полиња продолжуваат 20 kV далекуводи со должина 884 m. (Во пресметката подолу е земено $2 \times 884 \text{ m} = 1,768 \text{ km}$ вкупно; ако 884 m е вкупно за двата вода – трошокот за линија се преполовува.)

Постапката и условите за приклучување во практика ги дефинира операторот на дистрибутивниот систем (ДСО) преку согласност/технички услови за приклучување и важечки мрежни правила.

2) Концепт и еднолиниска функционална шема (описно)

БАТЕРИСКИ СИСТЕМ (PCS инвертори) работи на 0,63 kV наизменична струја (двонасочно: полнење/празнење). Од PCS излезите се формира НН собирница/главна НН табла, па преку НН врска (225 m) се напојува силов трансформатор 0,63/20 kV. На 20 kV страна трансформаторот се поврзува во СН построј (20 kV) од каде преку мерно-спојната ќелија и далекуводните ќелии приклучокот се врзува на дистрибутивната мрежа (радијално или во прстен – зависно од условите на ДСО).

3) Нисконапонски дел 0,63 kV (225 m)**3.1 Главна НН разводна табла (0,63 kV)**

- Номинална моќност: до 6 MVA (по трансформатор)
- Номинална струја на 0,63 kV:

- за 5 MW (пример $PF \approx 0,95$) $\approx 4,8$ kA
- за 6 MVA $\approx 5,5$ kA
- Практична импликација: НН опремата мора да е во класа ≥ 6 kA (собирици, прекинувачи, шински систем/кабли), со соодветна термичка и динамичка издржливост и селективност.

Типични функции:

- Главен прекинувач (наизменична струја) со мерна функција, селективна заштита и далечинско управување
- Изводи кон PCS-единици (со сопствени прекинувачи/осигурувачи)
- Мерења: U, I, P/Q, енергија, THD (пожелно за доказ за квалитет на енергија)

3.2 НН врска 225 m (кабли или шински канал)

Поради високите струи, најчеста реализација е:

- шински канал (шинопровод) 6300 A, или
- паралелни НН кабелски водови (повеќе паралелни кабли по фаза), во кабелски канал/ров, со контролирана распределба на струја и термички услови.

Се предвидуваат:

- механичка заштита, носачи, противпожарни прегради каде минува низ објект,
- мерење на пад на напон (цел: типично $\leq 2-3\%$ во НН дел),
- заземјување на метални обвивки/канали и потенцијално изедначување.

4) Силов трансформатор 6 MVA (20/0,63 kV)

4.1 Типични технички барања

- Моќност: 6 MVA (резерва над 5 MW за загуби/реактивна моќност/преоптоварување по режим)
- Напони: 20 kV / 0,63 kV, 50 Hz
- Ладење: ONAN (стандардно)
- Векторска група: најчесто Dyn11 (по усогласување со PCS и ДСО)
- Регулација: off-circuit тапови $\pm 2 \times 2,5\%$ (или по услови на ДСО; во практика, БАТЕРИСКИ СИСТЕМ често ја носи регулацијата преку инвертор)

4.2 Опрема и заштити на трансформатор

- Бухолц реле (за маслен трансформатор), термометри (намотки/масло), притисочен вентил
 - Пренапонски одводници (arrestor) на 20 kV страна
 - Када/барьера за масло, ако се бара (еколошки услови)
-

5) Среднонапонска постројка 20 kV (ќелии)

Постројката се проектира како 24 kV класа (стандардно за 20 kV мрежи), со номинална струја најчесто 630 A (струјата на 6 MVA на 20 kV е ≈ 173 A, па 630 A е доволно со резерва).

5.1 Трафо ќелија (20 kV – извод кон трансформатор)

Функција: приклучување и заштита на трансформаторот од 20 kV страна. Типично содржи:

- вакуумски прекинувач (VCB) или товарен прекинувач (LBS) со осигурувачи (зависи од политиката на ДСО и бараната селективност)
- заземјувачки нож, механички и електрични меѓузаклучувања
- заштитни релеја (50/51, 50N/51N, по потреба 49/27/59)

5.2 Мерно-спојна ќелија (20 kV)

Функција: мерење на електрична енергија на СН ниво и спојување/раздвојување со мрежата на ДСО.

- Мерни трансформатори: СТ/НТ со класа за мерење (типично 0,2S/0,5S согласно барање)
- Мерна опрема: двонасочно мерење (import/export), профили, далечинско читање (по услови на ДСО)
- Спојна функција: прекинувач/раздвојувач и можност за пломбирање според ДСО

(Точната конфигурација – што е во сопственост на инвеститорот, а што на ДСО – се дефинира со техничките услови и проектот за приклучок.)

5.3 Две далекуводни ќелии (20 kV)

Функција: два независни 20 kV извода (линиски полиња) кои продолжуваат со далекуводи. Типично содржат:

- VCB со релејна заштита насочна/ненасочна прекумерна струја и земјоспој (50/51, 67, 50N/51N/67N – по координација со ДСО)
- индикација на дефект и локално/далечинско управување
- заземјувачки нож и меѓузаклучувања

6) 20 kV далекуводи (2×884 m)

Бидејќи е наведено „далекувод“, најчесто се подразбира надземен вод, но реализацијата може да биде и подземен 20 kV кабел ако трасата/урбанизмот така наложува.

6.1 Надземен 20 kV вод (типични елементи)

- армирано-бетонски/челични столбови, темели (каде треба)

- проводник (на пр. наизменична струја SR или Al-легура), изолаторски синџири/пост изолатори
- заземјување на столбови по правила, громобранска заштита и одводници на критични точки
- расчистување на коридор, геодезија и согласности за траса

6.2 Подземен 20 kV вод (ако се бара)

- кабел тип NA2XS(F)2Y или еквивалент (12/20 kV), во ров/цевки, со кабелски завршетоци и спојки
- подземниот вод е значително поскап по km од надземниот (ископ, враќање на коловоз, спојки).

7) Заштита, автоматика, квалитет на енергија и комуникации

7.1 Мрежни и постројни заштити (минимум)

- На точка на приклучок: 27/59 (под/наднапон), 81U/81O (под/надфреквенција), ROCOF (по барање на ДСО),
- Линиски изводи: 50/51 и 50N/51N (или насочни 67/67N) со селективност
- Трансформатор/ќелија: заштита од преоптоварување и краток спој; по потреба диференцијална (87T) за поголема сигурност

7.2 Управување и телеметрија

- Локален систем за надзор и управување/PLC на БАТЕРИСКИ СИСТЕМ + далечинска терминална единица за ДСО (ако се бара)
- Сигнали: состојби на прекинувачи, мерени вредности P/Q/U/I, аларми, ограничувања, команда за исклучување
- Често се бара далечински надзор за извори/складишта приклучени на мрежа.

7.3 Хармоници и реактивна моќност

- PCS мора да ги држи хармониците и фликерот во дозволени граници и да обезбеди управување со реактивна моќност/фактор на моќност по услови на ДСО (вообичаено PF-сетирање или Q(U) карактеристика).

8) Заземјување и громобранска заштита

- Заземјувачка мрежа за ТС (СН построј + трансформатор + НН табла) со потенцијално изедначување
- Проверка на допирен/чекорен напон (особено ако има метални огради и пристапни патеки)
- Громобранска инсталација на објектот и пренапонска заштита (SPD) во НН и комуникациски линии

9) Тестирање и пуштање во работа (типичен план)

- Кабли: многу ниска фреквенција/изолациски тест (за СН), IR/continuity (за НН)
- Трансформатор: ratio, winding resistance, oil tests (ако е маслен), функционални тестови на сигнализацији
- Примарни/секундарни инјекции за релејна заштита, проверка на селективност
- систем за надзор и управување/далечинска терминална единица комуникации и функционален приемни тестови на лице место
- Пробна работа со режими на полнење/празнење и потврда на услови на ДСО

10) Приказ на трошоци (ориентационо) – прилагодено за РС Македонија

Валута: EUR (и пресметка во МКД).
 Курс: во примерот е земен среден курс 1 EUR $\approx$ 61,53 МКД (објавен како „НБРМ EUR ... 61.5300“ на курсна листа).
 ДДВ: стандардна стапка 18% (прикажано одделно).
 Цените се без ДДВ, типично ЕРС/изведба, со вклучени набавка + монтажа + основни испитувања. Ова е буџетска проценка (реалната цена зависи од брендови, услови на ДСО, траса, геологија, пристап, рокови).

10.1 Табела – буџетска пресметка (без ДДВ)

Ставка	Кол.	Ед. цена (EUR)	Износ (EUR)
Силов трансформатор 6 MVA 20/0,63 kV (ONAN), додаточи, транспорт, монтажа	1	165.000	165.000
СН построј (24 kV) – 4 ќелии (трафо + мерно-спојна + 2 далекуводни), со прекинувачи и меѓузаклучувања	1	95.000	95.000
Заштита, мерење и автоматика (релеја, броило 0.2S, RTU/SCADA, телекомуникација до ДСО)	1	25.000	25.000
НН главна разводна табла 0,63 kV, ≥ 6 kA	1	55.000	55.000
НН инсталација 0,63 kV – 225 m (шини/кабли во канал, носачи, завршетоци, тестирање)	225 m	355	79.875
20 kV далекуводи (2 $\times$ 884 m = 1,768 km) со 1,768 столбови/изолатори/проводник/земјовод	1,768 km	42.500	75.140

Ставка	Кол.	Ед. цена (EUR)	Износ (EUR)
Заземјување и громобранска заштита (мрежа, SPD, арестери)	1	18.000	18.000
Градежни работи (темели, када за масло, кабелски ровови/канални платформи, ограда)	1	65.000	65.000
Испитувања и пуштање во работа (релеј тестови, примарни инјекции, SAT)	1	15.000	15.000
Проскотирање, ревизија, согласности, надзор, геодезија	1	30.000	30.000
Меѓузбир			623.015
Непредвидени/резерва (10%)			62.302
ВКУПНО (без ДДВ)			685.317 EUR

Вкупно (без ДДВ) во МКД: $685.317 \times 61,53 \approx 42.167.524$ МКД.

10.2 Со ДДВ (18%)

- Вкупно со ДДВ: ≈ 808.673 EUR
- Вкупно со ДДВ во МКД: $\approx 49.757.679$ МКД

44. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „НОРДИК ПАУЕР“

1) Основни параметри и концепт на приклучок

Складиштето на електрична енергија (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) со $P = 1.18$ MW се приклучува на среднонапонска (СН) мрежа 20 kV преку сопствена (новоизградена) приклучна трафостаница со:

- енергетски трансформатор 20/0.63 kV, $S = 1.25$ MVA (вклучен во приклучокот и во трошоците),
- СН разводно постројување 20 kV со 4 ќелии: 1× СН трафо ќелија, 1× СН мерно-спојна ќелија, 2× изводни далекуводни ќелии,
- внатрешна НН инсталација 0.63 kV, должина 125 m,

- две 20 kV далекуводни траси, со наведена должина 32,840 m (во пракса ова најчесто е вкупна должина на трасите, но подолу давам и сценарио ако е поединечно по извод).

При ваква инсталирана моќност, приклучување на ниво 10(20) kV извод е во согласност со мрежните правила за опсег $400 \text{ kW} < P \leq 5,000 \text{ kW}$.

2) Еднополна (функционална) шема и граница на приклучок (точка на приклучување)

Типична функционална секвенца (текстуално):

9. 20 kV мрежа (ОДС) →
10. СН далекувод(и) →
11. СН изводни далекуводни ќелии (2x) →
12. СН мерно-спојна ќелија (мерење + спој/прекин на точка на приклучување) →
13. СН трафо ќелија →
14. Трансформатор 20/0.63 kV, 1.25 MVA →
15. НН 0.63 kV инсталација 125 m →
16. НН развод / PCS / БАТЕРИСКИ СИСТЕМ.

Точка на заедничко приклучување (точка на приклучување) практично се дефинира на СН страната на мерно-спојната ќелија (местото каде ОДС може да изврши исклучување и каде се врши мерно евидентирање).

Внатрешниот приклучок (инсталација) е делот од крајот на надворешниот приклучок до објектот на корисникот, што директно го покрива вашата НН 0.63 kV траса од 125 m.

3) Технички опис по системи

3.1 Среднонапонско разводно постројување 20 kV (4 ќелии)

Општи барања (типично):

- ном. напон: 24 kV опрема (за 20 kV мрежа), 50 Hz,
- ном. струја на собирници: 630 A (или 1250 A ако се бара резервен капацитет),
- краткоспојна издржливост: 16–20 kA / 1s (се потврдува со студија за краток спој на точка на приклучување),
- степен на заштита и изолација според меѓународни и европски стандарди (практика: метал-оклопено/метал-затворено постројување).

(А) СН трафо ќелија (1x):

- вакуумски прекинувач (VCB) 24 kV,

- заштитен релеј (50/51, 50N/51N; по потреба насочна земјоспојна 67N, зависно од мрежната конфигурација),
- мерни ТТ/НТ за техничко мерење и заштита (одделно од фактурно мерење ако ОДС така бара),
- кабелски завршетоци/адаптери кон трансформатор (20 kV).

(В) СН мерно-спојна ќелија (1x):

- мерни трансформатори и мерни уреди за фактурирање,
- „спој/прекин“ функција (VCB или товарен прекинувач со можност за далечинско управување – по барање на ОДС),
- клемни блокови/тест-блокови за мерни кругови и комуникациски интерфејс за далечинско читање.

Мрежните правила опишуваат дека на СН мерењето е индиректно, со напонски мерен трансформатор класа 0.5, струен мерен трансформатор класа 0.5 или 0.5s, и бројило за активна енергија класа 1 (В/МД), реактивна класа 2, со можност за профили/архивирање и систем за собирање податоци.

(С) Две изводни далекуводни ќелии (2x):

- извод кон 20 kV далекувод (секоја ќелија за една траса),
- опрема: VCB + релеј (ако ОДС бара целосна селективност/далечинска реклозер логика) или товарен прекинувач + индикатор за дефект (во зависност од концептот на мрежата),
- задолжителен земјоспоен прекинувач/уземјувач и интерлок.

3.2 Далечинско управување и телеметрија (важно за складишта)

Во измените на мрежните правила се наведува обврска за системи за далечински пренос на податоци и систем за далечинско управување на прекинувачите за корисници/производители и складишта (VSEE), зависно од категоријата и приклучниот напон. Практично ова се реализира со далечинска терминална единица/контролер, комуникација (оптика/GPRS), и I/O кон СН прекинувачи/мерни уреди.

3.3 Енергетски трансформатор 20/0.63 kV, 1.25 MVA

Намена: прилагодување на напон и обезбедување резервен капацитет над 1 MW за загуби и реактивна моќност.
Типично: ONAN, Dyn11 (или според барања на PCS), тапови $\pm 2 \times 2.5\%$ (или пошироко), температурна заштита, Бухолц (за маслен), пренапонска заштита на 20 kV страна.

За ориентација на ценовни нивоа (референтни максимални единични цени со вградување во регионални ценовници), 20/0.42 kV трансформатор од 1000 kVA е наведен со цена, што може да се користи само како индикативна основа (вашата изведба е 1.25 MVA и 0.63 kV, па реално оди повисоко).

3.4 Внатрешна НН инсталација 0.63 kV, L = 125 m

Опфат:

- НН кабелска линија/шинопровод од трансформатор до НН развод/PCS,
- кабелски полици/канали или подземен ров (ако е потребно),
- завршетоци, папучи, приклучување, обележување, испитување на изолација.

(Поради високи НН струи на 0.63 kV, најчесто се користи шинопровод 1600–2000 А или паралелни кабелски водови по фаза.)

3.5 20 kV далекуводи – вкупна должина 32,840 m (или 2×32,840 m)

Тип: во македонска дистрибутивна практика „далекувод“ најчесто е воздушна линија (бетонски столбови), но конечниот избор (воздушно/кабелски) го условува трасата, дозволи и барања на ОДС.

За ориентација на материјално-монтажна ставка за 20 kV СН СКС (покриен проводник) $3 \times (1 \times 70) + 50 \text{ mm}^2$, во регионален ценовник е наведено 2,400 RSD/m за „испорака и монтажа“ (ставка за 20 kV). Ова најчесто се надополнува со трошоци за столбови, темели, арматура, расклопки, заземјувања и премини.

Заштитен појас / коридор: мрежните правила наведуваат за воздушни водови 1–20 kV заштитен појас „во ширина од 10 m од осовината“ (важно за имотно-правни работи и дозволи).

4) Заштита, селективност и квалитет на енергија (минимален сет)

За БАТЕРИСКИ СИСТЕМ на 20 kV, вообичаено се проектира:

- надструјна/земјоспојна заштита на СН изводите и трафо ќелијата (со селективност кон ОДС),
 - U/F заштити и анти-островска логика преку PCS (и/или релеј во мерно-спојната ќелија, ако ОДС бара),
 - ограничување на фликер/хармоници (PCS со филтри/контрола), по студија за квалитет на напон на точка на приклучување,
 - координација на повторно вклучување (ако ОДС има реклозирање на изводите).
-

5) Приказ на трошоци (ориентационо, адаптирано за РС Македонија)

Валута и конверзија: во пресметката давам EUR и MKD со 1 EUR = 61.4843 MKD (царински курс што важи од 01.01.2026).
За ставки преземени од регионален ценовник во RSD користам референтен курс 1 EUR = 117.3666 RSD.

Напомена: Најголемата неизвесност е далекуводот (тип на траса, терен, премини, експропријации/согласности, дали 32,840 m е вкупно или по извод). Затоа давам 2 сценарија.

5.1 Единична претпоставка за 20 kV далекувод (воздушен, покриен проводник)

- ориентационо 30,000–45,000 EUR/km „клуч-на-рака“ (материјал + монтажа + темели + типична арматура).
Како сидро: само проводник/монтажа за 20 kV СКК 3×(1×70)+50 е наведен 2,400 RSD/m (~20.5 EUR/m).

5.2 Табела на трошоци (средно сценарио: 35,000 EUR/km)

Заеднички трошоци (независно од должината на далекуводот):

Ставка	Кол.	Ед.	Единечна (EUR)	Вкупно (EUR)
Трансформатор 20/0.63 kV, 1.25 MVA (набавка+монтажа)	1	компл.	45,000	45,000
СН разводно постројување 20 kV – 4 ќелии (трафо, мерно-спојна, 2 далекуводни)	1	компл.	65,000	65,000
НН 0.63 kV инсталација 125 m (кабли/шинопровод, полицаи/канали, завршетоци)	1	компл.	30,000	30,000
SCADA/RTU + комуникација (далечинско читање/управување)	1	компл.	15,000	15,000
Студии/параметрирање на заштита + селективност	1	компл.	8,000	8,000
Заземјување/громобран и поврзување	1	компл.	12,000	12,000
Градежни работи (платформа, темели, ровови, ограда/пристап)	1	компл.	25,000	25,000
Испитувања и пуштање (ФАТ/CAT, релеј тест, мерење)	1	компл.	8,000	8,000
Меѓузбир – заедничко				208,000

5.3 Сценарио А – 32.84 km е вкупна должина на 20 kV далекуводите

Ставка	Вкупно (EUR)
Заедничко (од горе)	208,000
20 kV далекувод 32.84 km $\times$ 35,000 EUR/km	1,149,400
Проектирање/дозволи/надзор ($\approx 6\%$)	81,444
Непредвидени ($\approx 10\%$ на меѓузбир)	143,884
Вкупно без ДДВ	1,582,728 EUR
Вкупно без ДДВ во MKD	$\approx 97,312,948$ MKD

5.4 Сценарио В – 32.84 km е по извод (вкупно 65.68 km)

Ставка	Вкупно (EUR)
Заедничко	208,000
20 kV далекувод 65.68 km $\times$ 35,000 EUR/km	2,298,800
Проектирање/дозволи/надзор ($\approx 6\%$)	150,408
Непредвидени ($\approx 10\%$ на меѓузбир)	265,721
Вкупно без ДДВ	2,922,929 EUR
Вкупно без ДДВ во MKD	$\approx 179,714,231$ MKD

5.5 Брза чувствителност за далекувод (ако цената е 30k–45k EUR/km)

- Сценарио А (32.84 km): $\sim 1.39 - 1.97$ милиони EUR без ДДВ

Сценарио В (65.68 km): $\sim 2.54 - 3.69$ милиони EUR без ДДВ

**45. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ЗАЕДНИЧКИ ПРИКЛУЧОК НА ФОТОНАПОСКА
ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА „МИТ СОЛАР“ И БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА
ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „МИТ СОЛАР“****1) Општ опис на заедничкиот приклучок**

Фотонапонската електроцентрала „МИТ СОЛАР“ (50 MW) и батериското складиште „МИТ СОЛАР“ (50 MW) се приклучуваат на електропреносната мрежа преку заедничка трафостаница 110/35 kV со 2× силни трансформатори 35/110 kV, 63 MVA (вкупно 126 MVA).

Клучен оперативен аспект: во нормален режим максималниот нето-извоз може да достигне до 100 MW (50 MW ФЕ + 50 MW БЕС при празнење), а нето-увоз (полнење на БЕС) до 50 MW, со ограничувања според трансформаторската способност, договорената приклучна моќност и N-1 критериумите. N-1 критериумот како принцип за анализа на испади е експлицитно применет во МЕРСО Мрежен кодекс.

2) Концепт на еднолиниска шема (логичка)

ФЕ поле (0.8 kV инвертори) → 0.8/35 kV блок-трансформатори → 35 kV колектор → 35 kV влезни полиња во ТС
БЕС (батерии + PCS) → 0.8/35 kV трансформатори (или PCS со МВ трансформатор) → 35 kV колектор → 35 kV влезни полиња во ТС
35 kV собирница → 2× трансформаторски полиња 35/110 kV → 110 kV собирница → 2× 110 kV далекуводни полиња → двокружен 110 kV далекувод (2.7 km) → постојна МЕРСО 110 kV точка

3) Трафостаница 110/35 kV – 110 kV дел (преносно ниво)**3.1 Преклопно постројување и полиња**

Поставеноста на 110 kV делот (AIS – надворешно постројување, типично решение за 110 kV) опфаќа:

- 2 излезни 110 kV далекуводни полиња (за двокружниот 110 kV далекувод, односно два независни кола),
- 2 трансформаторски полиња (по едно за секој трансформатор 63 MVA),
- (препорачливо) секционирање/спојно поле на собирници или функционалност за секционирање преку разединувачи (за сервис/одржување и управување со дефекти).

-

3.2 Главна опрема по 110 kV поле (типично)

За секое 110 kV поле вообичаено се предвидуваат:

- прекинувач 123 kV со соодветна краткоспојна издржливост,
- разединувачи (линиски/собирички) и заземјувачки ножеви,
- струјни трансформатори (ТТ/СТ) за заштита и мерење,
- напонски трансформатори (ТН/НТ или КНТ),
- пренапонски одводници
- терминали за ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ/PLC комуникација (по барање на МЕПСО).

3.3 Управување со напон/реактивна моќ

ФЕ инверторите и PCS на БЕС можат да обезбедат:

- работа во зададен cosφ опсег,
- $Q(U)$ / $P(U)$ функции и поддршка на напон,
- брза динамика за компензација и стабилизација. Во проектот се дефинира заеднички Plant Controller/систем за управување со енергија кој ја координира ФЕ и БЕС во однос на зададената точка од МЕПСО (P , Q , напон на 110 kV, ограничувања на трансформатори/далекувод).

4) Трафостаница 110/35 kV – 35 kV дел (среднонапонско собирање)

4.1 35 kV разводно постројување

На 35 kV страната се предвидува метал-обложено разводно постројување (внатрешно), со:

- 6 влезни 35 kV далекуводни/кабелски полиња (толкување на „чест“ како шест), кои ги прифаќаат колекторите од ФЕ и БЕС (или повеќе колектори по секција),
- 2 трансформаторски 35 kV полиња (за двата 63 MVA трансформатори),
- (препорачливо) спојно поле за секционирање на 35 kV собирници,
- резервни полиња за идни проширувања/компензација (по потреба).

4.2 Интерфејс со ФЕ и БЕС

- ФЕ 50 MW: колекторски 35 kV систем (кабелски) од инверторски станици/блок-трансформатори до 35 kV полињата во ТС.

- БЕС 50 MW: PCS (наизменична струја) страна преку МВ трансформатор(и) на 35 kV и колектор до 35 kV полињата.

Во ТС се обезбедува синхронизација, ограничување на струи, селективност на заштити и усогласување со краткоспојните нивоа.

5) Приклучен 110 kV двокружен далекувод (2.7 km)

5.1 Траса и конструкција

Се реализира двокружен 110 kV далекувод со должина 2.7 km, со:

- соодветни столбови (решеткести/цевкасти/бетонски – според терен и дозволи),
- фазни проводници (тип и пресек се избираат по термички критериуми, пад на напон и корона/шум),
- заштитно јаже и/или ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ за громобранска заштита и телекомуникации,
- темели, пристапни патишта и заземјување на столбови.

5.2 Заштита и автоматика на далекувод

Типично се предвидуваат:

- дистанчна заштита
- автоматско повторно вклучување
- диференцијална линиска заштита или заштита со далечинска комуникација (ако бара МЕРСО),
- телекомуникација преку ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ/оптика за телесигнали, синхронизација и систем за надзор и управување.

6) Заштита, мерење, систем за надзор и управување и телекомуникации

6.1 Заштитни функции (препорачлива конфигурација)

- Трансформаторска диференцијална заштита (87T) + Бухолц/температури/притисок,
- земјоспој/преоптоварување на 35 kV и 110 kV,
- собирничка заштита (по проценка – особено ако има секционирање),
- регистратор на пореметувања (DFR) и синхро-функции (по барање на оператор).

6.3 систем за надзор и управување/далечинска терминална единица и интеграција

- Локален систем за надзор и управување/далечинска терминална единица со IEC 60870-5-104/IEC 61850 (според барања),

- телекомуникациски интерфејс до НКЦ на МЕПСО (оптика/ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ),
- синхронизација (GPS/NTP) за точни временски ознаки.

7) Помошни системи и градежни/безбедносни решенија

7.1 Помошно напојување

- наизменична струја сопствена потрошувачка (0.4 kV) преку сопствен трансформатор,
- еднонасочна струја систем (110/220 Веднонасочна струја) со батерии и полначи,
- резервно напојување (дизел агрегат – по критичност).

7.2 Заземјување и громобранска заштита

- Главна заземјувачка мрежа на ТС со контрола на допирни и чекорни напони,
- поврзување на ограда, конструкции, кабелски штитови и ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ,
- громобранска заштита на објекти и опрема.

7.3 Противпожарна заштита (трансформатори)

- базени/кади за задржување масло
- детекција и гаснење (по избор: водена магла/пена/прашок),
- противпожарни прегради и пристапи.

8) Оперативни режими и N-1 услов

За планирање и прифаќање на приклучокот, клучен е принципот на N-1 сигурност: параметрите треба да останат во дозволени граници при испад на еден елемент (линија/трансформатор итн.).

Практично за овој приклучок:

- При нормална работа со 2×63 MVA, може да се поддржи висок комбиниран извоз (до договорената вредност).
 - При испад на еден трансформатор, останува 63 MVA, па систем за управување со енергија/Plant Controller треба автоматски да го ограничи извозот/увозот на ниво што го дозволува преостанатиот трансформатор (на пр. приоритетно да се задржи 50 MW или согласно договор/диспечерска команда).
-

9) Индикативен приказ на трошоци (адаптиран за РС Македонија)

Основи за проценка

- За единични индикатори се користат јавни европски референтни вредности (наизменична струја ER Unit Investment Cost Indicators), напр. за 110-150 kV двокружни надземни линии и наизменична струја подстанции (0-5 полиња).
- Како локална „реалност-проверка“, постои јавен пример за тендер од ~14 милиони EUR за 4×110 kV линии вкупно ~100 km (рехабилитација/замена на постојни траси, со проект+материјали+патишта+тестирање).
- Пресметките подолу се индикативни и зависат од: тип на 110 kV опрема (AIS/GIS), геологија, пристапни патини, број и должина на 35 kV колектори, запитна со далечинска комуникација, барани тестови, услови од МЕПСО и избор на производители.

Конверзија: 1 EUR ≈ 61.651 MKD (20.01.2026).
 ДДВ: стандардна стапка 18% (ако е применливо).

Табела на трошоци (само за приклучок: TC + 110 kV далекувод + трансформатори)

Ставка	Ниско (М€)	Високо (М€)	Ниско (ММКД)	Високо (ММКД)
Проскпирање/студии/дозволи/надзор	0.50	0.90	30.83	55.49
ТС 110/35 kV – градежни работи, објекти, ограда, заземјување	1.80	2.80	110.97	172.62
110 kV AIS опрема (4 полиња + собирница/секција, мерни ТТ/ТН, ОПН)	2.30	3.50	141.80	215.78
Системи за заштита, управување, SCADA, телекомуникации	0.80	1.40	49.32	86.31
35 kV разводно постројување (метал-обложено), ~9-10 полиња	1.20	2.00	73.98	123.30
2× трансформатор 110/35 kV, 63 MVA (испорака+монтажа+испитувања)	2.00	3.20	123.30	197.28
110 kV двокружен далекувод 2.7 km (столбови, проводник, ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ, темели)	0.80	1.20	49.32	73.98
Пуштање во работа, мерења, усогласување (grid compliance tests)	0.20	0.35	12.33	21.58
Меѓузбир (без резерва): ~9.60 – 15.35 М€ (~ 591.85 – 946.34 ММКД)				
Резерва/непредвидени (типично 10-15%): вклучено во следниот ред				
Вкупно (со резерва, без ДДВ): ~10.75 – 17.65 М€ (~ 662.87 – 1,088.29 ММКД)				
Вкупно (со ДДВ 18%, ако се применува): ~12.69 – 20.83 М€ (~ 782.19 – 1,284.19 ММКД)				

**46. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА
СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ ФОРТИС ЕНЕРГЕТИКА
ФОТОНАПОНСКИ ЦЕНТРАЛИ“**

1) Општо и концепт на приклучок

Батериското складиште (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) со инсталирана моќност 50 MW се приклучува на електропреносната мрежа 110 kV преку нова 110/35 kV трафостаница (ТС) со еден силов трансформатор 110/35 kV, 63 MVA (единична моќност). Приклучокот се реализира со приклучен двоен 110 kV далекувод (две кола) со должина 0,5 km, кој завршува во две 110 kV далекуводни полиња во новата ТС.

Поставеност на ТС (по вашата спецификација):

- 110 kV постројка: 2 далекуводни полиња + 1 трансформаторско поле
- 35 kV постројка: 10 влезни далекуводни полиња (за 35 kV приклучоци кон БАТЕРИСКИ СИСТЕМ блокови/PCS-трансформаторски единици)

Според МЕПСО, корисникот ги покрива трошоците за реализација на приклучната инфраструктура, а операторот го дефинира приклучокот преку студија/услови и договор за приклучување.

2) Основни електрични параметри (за димензионирање)

Трансформатор 63 MVA:

- | | | |
|--|-----|-----|
| • на | 110 | kV: |
| $I_{110} \approx \frac{63}{\sqrt{3} \cdot 110} = 0,33 \text{ kA} \rightarrow \sim 330 \text{ A}$ | | |
| • на | 35 | kV: |
| $I_{35} \approx \frac{63}{\sqrt{3} \cdot 35} = 1,04 \text{ kA} \rightarrow \sim 1.040 \text{ A}$ | | |

БАТЕРИСКИ СИСТЕМ 50 MW на 35 kV:

- $I_{35} \approx \frac{50}{\sqrt{3} \cdot 35} = 0,825 \text{ kA} \rightarrow \sim 825 \text{ A}$

Практично, ова води кон избор на опрема типично:

- 110 kV: ном. струја 1.250–2.000 A, краткоспојна издржливост според SC ниво на мрежа (често 31,5 kA / 3 s)
- 35 kV: метал-обложена постројка 1.250 A (или 2.000 A ако се бара резерва), 25–31,5 kA

3) Примарна шема и опрема – 110 kV постројка

3.1 Избор на примарна шема (типично решение за 3 полиња)

За 2 линиски + 1 трансформаторско поле, во пракса најчесто се применува:

- едноставна собирачка шина (single busbar) со можност за проширување, или
- L–T–L (Line–Transformer–Line) конфигурација со јасна селективност и едноставно управување.

Конкретната шема ја усогласувате со МЕПСО (услови за приклучување, селективност, управување и одржување). МЕПСО предвидува и теренска проверка/согласност за приклучните постројки пред ставање под напон.

3.2 Состав на 110 kV далекуводно поле (за секое од 2-те полиња)

Типичен состав:

- 110 kV прекинувач
- раздвојувачи + заземјувачи
- мерни трансформатори (СТ/НТ) за заштита и мерење
- одводници на пренапони) на линиска страна
- терминална опрема за ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ/FO (ако се користи оптичка врска/заштита со далечинска комуникација преку ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ)
- механички/електрични интерлокови и локални командни кутии

3.3 Состав на 110 kV трансформаторско поле

- 110 kV прекинувач (или, по договор, прекинувач на 35 kV страна како главен прекинувач + 110 kV раздвојувачи; но за преносна мрежа најчесто има HV прекинувач)
- СТ за диференцијална/REF заштита
- одводници на пренапони на 110 kV приклучок на трансформатор

4) Силов трансформатор 110/35 kV – 63 MVA (дел од приклучок)

4.1 Типични технички барања

- Моќност: 63 MVA (ONAN/ONAF или ONAF/ONAF, по тоplotен биланс)
- Напонски однос: 110/35 kV
- Регулација: OLTC на HV страна (типично $\pm 10\%$ во чекори $\sim 1,25\%$ или слично)
- Вектор група: често YNd11 (пример), но се усогласува со мрежните услови на 35 kV
- Термомониторинг: температура на масло/намотки, аларм/исклучување
- Механичка заштита: Бухолц, PRD, нивомер, протекување/задржување масло

4.2 Заземјување на неутрала

- 110 kV неутрала најчесто е ефективно заземјена преку системот на преносната мрежа
- 35 kV неутрала (изолирана/компензирана/отпорничка) се дефинира според локалната мрежна филозофија и барањата за земјоспојни струи

5) 35 kV постројка и 10 влезни полиња

5.1 Концепт

35 kV постројката е најчесто внатрешна, метал-обложена (metal-clad) со:

- главна собирачка шина (со можен секционир)
- 10 влезни/фидерски полиња (за 35 kV приклучоци кон БАТЕРИСКИ СИСТЕМ блокови – практично може да одговара на 10 PCS/step-up единици ~5 MW по фидер)
- трансформаторско 35 kV поле (LV страна на 110/35 kV трансформатор)
- дополнителни полиња што обично се предвидуваат иако не се “далекуводни”: мерно (НТ), секционо/спојно (bus coupler), резервно (за проширување)

5.2 Кабли/врски кон БАТЕРИСКИ СИСТЕМ

Од 35 kV полињата до БАТЕРИСКИ СИСТЕМ блоковите се применуваат:

- 35 kV кабли со соодветна струјна издржливост, термички прорачун и екранирање
- кабелски завршетоци (термички/приклучни глави), пренапонска заштита каде е потребно
- јасна граница на сопственост/одржување (ТС ↔ БАТЕРИСКИ СИСТЕМ постројки) во согласност со договорот за приклучување

6) Приклучен двоен 110 kV далекувод – 0,5 km

6.1 Основни елементи

- двојно коло 110 kV (две трифазни кола) на заеднички столбови или паралелна траса (по проект)
- проводници (наизменична струјаSR/А. Анаизменична струја) избрани според:
 - термички капацитет (≥ 330 А по коло како минимум за 63 MVA трансфер на 110 kV)
 - механички критериуми (мраз/ветер)
 - краткоспојни напрегања
- ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ (препорачливо) за:
 - систем за надзор и управување/телеком
 - заштита со далечинска комуникација
 - синхронизација/време ако се бара

6.2 Терминации

На краевите (во новата ТС и во точката на приклучување кон постојниот 110 kV јазол) се предвидуваат:

- портали/терминални конструкции
- одводници на пренапони
- спојување на ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ и оптички завршетоци

7) Релејна заштита, автоматика и мерење

7.1 110 kV линиска заштита (за секое коло)

Комбинација (типично):

- дистанцна (21) или насочена прекуструјна (67/67N) + земјоспојна
- автоматско повторно вклучување (АПВ) – по согласност со МЕПСО
- заштита со далечинска комуникација преку ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ (87L / permissive), особено корисно бидејќи линијата е кратка (0,5 km)

7.2 Трансформаторска заштита

- диференцијална 87T, REF, прекуструјна, температурна
- блокади и логики за OLTC/аларми

7.3 35 kV фидери (10 полиња)

- прекуструјна + земјоспојна, селективност со БАТЕРИСКИ СИСТЕМ блок заштити
- насочност ако 35 kV мрежата има двонасочни текови

7.4 Комерцијално мерење и мониторинг

МЕПСО бара мерење на активна и реактивна енергија/моќност на точка на приклучување и можност за мониторинг на реактивната размена (важно за исполнување на реактивните барања).

8) Управување, систем за надзор и управување и мрежни барања (важно за БАТЕРИСКИ СИСТЕМ)

Бидејќи БАТЕРИСКИ СИСТЕМ е конверторски погон (power park module), контролата на реактивната моќност/напон се договара со МЕПСО, вклучително и:

- можност за далечинско задавање сетпоинт за реактивна размена
- дозволен deadband (0 до $\pm 5\%$ од 1 pu)
- динамички одговор: 90% од промената на Q во 5 секунди и смирување во 60 секунди (за voltage/reactive control режим)

Практично, ова значи дека во проектот за приклучок мора да се предвидат:

- систем за надзор и управување точки (P/Q/U/I, статуси, команди, аларми)
- снимање на нарушувања и временска синхронизација
- комуникациска врска (оптика, рутери, сајбер-сегментација)

9) Помошни системи и градежен дел (дел од приклучната ТС)

- еднонаочна струја систем (110/220 Веднонаочна струја) со батерии и полначи за управување/заштити
- UPS за ИТ/комуникации
- наизменична струја распределба (0,4 kV), сопствена потрошувачка, надворешно резервно напојување (по концепт)
- заземјувачка мрежа и мерење на отпор, потенцијали на допир/чекор
- ограда, видеонадзор, контрола на пристап
- противпожарна заштита (особено кај трансформатор – јама за масло/задржување)

10) Испитувања и пуштање во работа

- фабрички тестови (фабрички приемни тестови) за трансформатор/прекинувачи/релеи
- теренски тестови (приемни тестови на лице место): изолација, тан- δ , омски мерења, НТ/СТ проверки
- end-to-end тестирање на линиска заштита (особено ако има заштита со далечинска комуникација)
- систем за надзор и управување и телекомуникациски тестови
- тестови за напонска/реактивна регулација и усогласеност (MEPSO ги дефинира/потврдува параметрите и режимите)

11) Приказ на трошоци (адаптирани за РСМ) – со трансформатор

Валута: EUR (па MKD)
Курс за пресметка: 1 EUR $\approx$ 61,6507 MKD (референтно на 20.01.2026)
ДДВ: стандардна стапка 18%

Конечната вредност во пракса се потврдува преку услови/студија и договор за приклучување со МЕРСО, и зависи од точката на приклучување, SC ниво, пристапен пат, експропријации и дали има работи во постојната ТС.

11.1 Резиме-табела (типичен буџет за нова 110/35 kV TC + 0,5 km двоен 110 kV ДВ)

Бр.	Ставка (дел од приклучокот)	Проценет износ (EUR)	Проценет износ (MKD)
1	Проекти/студии/ревизии/дозволи/надзор	450.000	27.742.815
2	Земјните – градежни работи (платформи, темели, ограда, патништа, масло-јама)	1.200.000	73.980.840
3	110 kV AIS постројка (3 полиња + шина, конструкцни, апаратура)	2.100.000	129.466.470
4	35 kV постројка (10 фидери + трансформаторско + мерно/секции/резерва)	1.400.000	86.311.0-
5	Релејни заштити, автоматика, мерење, SCADA, телекомуникации	850.000	52.403.095
6	Помошни системи (AC/DC, UPS, осветлување, HVAC, безбедност)	350.000	21.577.745
7	110/35 kV силов трансформатор 63 MVA (набавка+транспорт+монтажа+испитувања)	1.300.000	80.145.910
8	Двоен 110 kV далекувод 0,5 km (столбови, проводници, ОПТИЧКО ЗАЗЕМЛУВАЧКО ЈАЖЕ, терминации)	250.000	15.412.675
	Меѓузбир	7.900.000	487.041.550
9	Непредвидени (10%)	790.000	48.704.155
	Вкупно без ДДВ	8.690.000	535.745.705
10	ДДВ 18%	1.564.200	96.432.902
	Вкупно со ДДВ	10.254.200	632.178.608

**47. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ЗАЕДНИЧКИ ПРИКЛУЧОК НА ФОТОНАПОСКА
ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА „БРАНИСЛАВ ТРПЧЕСКИ“ И БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА
СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „БРАНИСЛАВ ТРПЧЕСКИ“**

Детален технички опис – заеднички приклучок на ЕПС (110 kV) за ФЕЦ и БСЕС „БРАНИСЛАВ ТРПЧЕСКИ“

1) Предмет и опфат

Предмет на овој технички опис е заеднички приклучок на:

- Фотонапонска електроцентрала „БРАНИСЛАВ ТРПЧЕСКИ“, $P_{inst} = 20.25 MW$
- Батериско складиште за електрична енергија „БРАНИСЛАВ ТРПЧЕСКИ“, $P_{inst} = 18 MW$

Приклучокот се реализира на 110 kV напонско ниво (преносна мрежа) преку новоизградена трафостаница 110/35 kV со два трансформатора 35/110 kV, $S_n = 24 MVA$ (вкупно 48 MVA), и преку приклучен двоен 110 kV далекувод со должина ~6.7 km до точката на приклучување/ЛПК (точка на приклучување) во постоечка 110 kV постројка на операторот на преносниот систем.

Напомена за регулатива/надлежност: 110 kV е дел од преносниот систем и е во домен на МЕПСО, согласно Мрежните правила (пренос на ЕЕ на 110 kV и повисоко).

2) Концепт на приклучување и разграничување (граница на сопственост/одговорност)

Приклучокот е радијален: новата ТС 110/35 kV и приклучниот 110 kV далекувод (двокружен) се градат за потребите на корисникот и се приклучуваат во системска (постоечка) 110 kV трафостаница/развод на МЕПСО.

Во Мрежните правила е наведено дека при радијално приклучување преку високонапонска ТС и водови, постројката и радијалните водови можат да припаѓаат на корисникот, а местото на разграничување се дефинира на портал/затезни изолатори во системската постројка. (Конкретната граница се утврдува со Студија за приклучување и Договор за приклучок/пристап, како што предвидуваат Мрежните правила.)

3) Основна еднолиниска шема (функционален опис)

3.1 35 kV страна – собирање на енергија од ФЕЦ и БСЕС

- ФЕЦ: Инвертерски блокови со излез на ниско напонско ниво → подигнувачки трансформатори до 35 kV → 35 kV колекторска мрежа/изводи.

- БСЕС: PCS (наизменична струја/еднонасочна струја) со излез на наизменична струја → подигнувачки трансформатори до 35 kV → 35 kV изводи.
- Во ТС 110/35 kV се формира 35 kV разводна постројка (внатрешна, метал-оклопена) со најмалку:
 - 6 × 35 kV влезни далекуводни/кабелски полиња (изводи кон ФЕЦ/БСЕС колектори/секции),
 - 2 × 35 kV трансформаторски полиња (кон двата 35/110 kV трансформатори),
 - препорачливо: поле за спојка на собирници за подобра селективност и одржување,
 - мерно поле (НТ) и/или помошни изводи (станичен сопствен трафо).

3.2 Трансформација 35/110 kV – два трансформатора по 24 MVA

- T1, T2: 35/110 kV, 24 MVA (стандардно: ONAN/ONAF, масло, конзерватор, Бухолц, температурни сонди).
- Препорачана група на врска за степ-ап: YNd11 (или еквивалентна според проект/мрежни услови), со OLTC (регулација на напон) за да се одржува напонот во дозволени граници на 110 kV/35 kV.
- Трансформаторите се третираат како дел од приклучокот (и влегуваат во капитални трошоци пресметката – види трошоци).

3.3 110 kV страна – приклучок на преносната мрежа

- 110 kV разводна постројка (најчесто отворена AIS) со поставеност:
 - 2 излезни 110 kV далекуводни полиња (за двокружниот приклучен далекувод),
 - 2 трансформаторски полиња (HV страна на T1 и T2),
 - собирнички систем (една или две собирници – изборот се финализира во основен проект/студија).
- Напонски граници: за 110 kV ниво Мрежните правила наведуваат 99–121 kV ($\pm 10\%$) како нормален опсег.

4) Приклучен 110 kV двоен далекувод ($L \approx 6.7$ km)

Тип: надземен двокружен 110 kV далекувод (две независни кола на иста траса/стубови).
Функција: поврзување на новата ТС 110/35 kV со системската 110 kV постројка (ППК/точка на приклучување).

Главни технички елементи:

- Стубови (челично-решеткасти или челични цевни), темели според геомеханика.
- Проводници: пресек/тип според струјно оптоварување, дозволен пад на напон, краткоспојни сили и механички услови.

- Заштита од гром: земјовод(и) и/или ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ (оптички земјовод) за телекомуникации и диференцијална заштита.
- Изолација и координација на пренапони: одводници (surge arresters) на линиски портали/полиња.

5) РЗА (релејна заштита и автоматика), управување и систем за надзор и управување/телекомуникации

5.1 Принципи и одговорности

МЕПСО е надлежен да го дефинира концептот на заштита на спрегата (coupling) меѓу преносниот систем и корисникот, а деталната заштитна шема се утврдува во Студијата за приклучување.

5.2 Минимален препорачан сет на заштити

110 kV линиски полиња (двокружен вод):

- Далечинска (distance) заштита и/или линиска диференцијална заштита (ако има ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ/фибер).
- Автоматско повторно вклучување (АПВ) – параметрите/времињата се координираат со МЕПСО.

Трансформатори 35/110 kV:

- Диференцијална заштита (87T), земјоспој, преоптоварување/термичка, Бухолц/PRD аларми.
- Резервна прекуструјна/земјоспојна заштита на 35 kV и 110 kV страна.

35 kV развод:

- Прекуструјни и земјоспојни заштити по извод.
- Заштита на собирници/спојка (ако има) по проект.

5.3 систем за надзор и управување/далечинска терминална единица и размена на податоци во реално време

Мрежните правила предвидуваат дека во студијата и договорите се уредува комуникација и размена на податоци во реално време со систем за надзор и управување/систем за управување со енергија на МЕПСО, вклучувајќи медиуми (оптика/радио/GSM), уреди за далечински пренос, протоколи и опсег на податоци.

За електрани поврзани на преносната мрежа, МЕПСО бара (минимум) реално-временски податоци како позиции на преклопни уреди на точка на приклучок, P/Q/I/U/f на точка на приклучок, итн.

Практична имплементација (типично решение):

- далечинска терминална единица/систем за надзор и управување плуз во командна зграда, комуникација преку ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ (примарно) и резервен канал.
- Далечинско управување со 110 kV прекинувачи (по согласност со МЕПСО).

- Синхронизација на време (GPS часовник / NTP) за настани и осцилографи.

6) Мерење (комерцијално и контролно)

- Мерното место се дефинира во Студијата за приклучување (точка на предавање/преземање на ЕЕ кон преносната мрежа).
- За нови корисници, главниот мерен уред (комерцијално мерење) типично е во сопственост/надлежност на МЕПСО (инсталација, одржување, проверка), освен ако поинаку не е договорено.
- Корисникот обезбедува резервно/контролно мерење во сопственост на електраната (за верификација и оперативни потреби).

7) Квалитет на енергија и работни режими (ФЕЦ + БСЕС како заеднички корисник)

Во Мрежните правила се нагласува дека во рамки на приклучокот се разгледуваат: отстапувања на напон/фреквенција, минимален фактор на моќност ($\cos \phi$), хармоници и фликери.

Клучни проектни решенија за заеднички приклучок:

- централен управувач кој координира ФЕЦ и БСЕС:
 - ограничување на активна моќност на точка на приклучување (export/import limit),
 - контрола на реактивна моќност/напон (Q(U), PF режим),
 - ramp-rate контрола (ограничување на брзи промени).
- N-1 сценарио (испад на еден трансформатор): бидејќи останува 24 MVA трансформација, контролерот мора автоматски да воведо ограничување на извоз/увоз за да не се надмине расположивата трансформаторска моќност (преку намалување на ФЕЦ или промена на режим на БСЕС).

8) Приказ на трошоци (индикативно, адаптирано за изведба во РС Македонија)

Основи и извори за индикативни единични цени

- За 110 kV двокружен надземен вод користен е европски индикатор за единични инвестициони трошоци: 110–150 kV, 2 circuits = 0.325 (просек) / 0.26 (медијана) милиони EUR/km.
- За трафостаници и трансформатори се користени европски УИС индикатори како референтни рамки (наизменична струја ER), а потоа е направена практична „ЕРС“ разбивка по ставки (опрема што најчесто се набавува во EUR + локални градежни/монтажни работи).
- ДДВ (стандардна стапка) во РС Македонија: 18%.
- Конверзија: 1 EUR $\approx$ 61.53 MKD (среден курс околу 19.01.2026).

Ова е проценка за ниво на идеен/основен проект. Реалната цена зависи од трасата (експропријација/службености), геологија, тип на развод (AIS/GIS), избрани производители, услови за приклучување на МЕРСО и тендерските понуди.

Табела: капитални трошоци за приклучок (без ДДВ)

Ставка	Ед.	Кол.	Ед. цена (EUR)	Вкупно (EUR)	Вкупно (MKD)
110 kV двоен далекувод (OHL) ~6.7 km (со ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ, стубови, темели)	km	6.7	300,000	2,010,000	123,665,250
ТС 110/35 kV – 110 kV AIS развод (2 линиски + 2 трансформаторски полиња, собирниши)	компл.	1	3,000,000	3,000,000	184,575,000
35 kV метал-оклопен развод (6 влезни + 2 трансформаторски – спојно/мерно/помошни полиња)	компл.	1	1,200,000	1,200,000	73,830,000
2x 35/110 kV трансформатор 24 MVA (масло, OLTC, тестови, монтажа)	парче	2	1,100,000	2,200,000	135,355,000
РЗА, мерни ТТ/ТН, SCADA/RTU, телекомуникации, синхронизација	компл.	1	800,000	800,000	49,220,000
Помошни системи (DC, батерии, АС, осветлување, HVAC, ППЗ)	компл.	1	400,000	400,000	24,610,000
Градежни и земјени работи (плато, ограда, патишта, дренажа, објект)	компл.	1	1,200,000	1,200,000	73,830,000
Меѓузбир (директни трошоци):	10,810,000	EUR	(≈ 664,? млн MKD)		
Инженеринг/проектирање/дозволи/надзор (~8%):	864,800	EUR	(≈ 53.21 млн MKD)		
Непредвидени работи/резерва (~10%):	1,167,480	EUR	(≈ 71.83 млн MKD)		

Вкупно

- Вкупно без ДДВ: 12,842,280 EUR (≈ 790.12 млн MKD)
- ДДВ 18%: 2,311,610 EUR (≈ 142.22 млн MKD)
- Вкупно со ДДВ: 15,153,890 EUR (≈ 932.34 млн MKD)

**48. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ЗАЕДНИЧКИ ПРИКЛУЧОК НА ФОТОНАПОСКА
ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА „ТРИНИТИ СОЛАР“ И БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ
НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ТРИНИТИ СОЛАР“**

1) Предмет и концепт на заедничкиот приклучок

Заедничкиот приклучок се реализира преку нова приватна трафостаница ТС 110/35 kV „ТРИНИТИ СОЛАР“, преку која на електропреносниот систем се приклучуваат:

- Фотонапонска електроцентрала (ФЕЦ) „ТРИНИТИ СОЛАР“ – 20 MW
- Батериско складиште (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) „ТРИНИТИ СОЛАР“ – 20 MW (енергетски капацитет не е наведен; се третира како посебен параметар)

ТС е составена од $2 \times (110/35 \text{ kV})$ трансформатори со $S_n = 24 \text{ MVA}$ и е проектирана како заедничка точка на приклучок (РОС) кон 110 kV мрежата. На 110 kV страната приклучокот се изведува преку двоен 110 kV далекувод (две кола) со должина 3,7 km, поврзан преку две 110 kV далекуводни полиња во новата ТС.

Поставеност на ТС (според барањето):

- 110 kV дел: 2 излезни далекуводни полиња + 2 трансформаторски полиња
- 35 kV дел: 4 влезни (далекуводни/кабелски) полиња (за влезови од ФЕЦ/БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) + полиња за трансформаторски изводи и секционирање/спојка (по потреба)

2) Регулатива, сопственост и процедура за приклучување

Техничкото решение, границата на сопственост/одговорност и постапката за приклучување се усогласуваат со MEPSO Network Code (Мрежен кодекс), кој дефинира:

- граница на разграничување/сопственост при приклучување преку сопствена трафостаница и радијални водови
- фази на процедурата за приклучување (барање → анализи → студија → согласност → договор → тестирања/пробна работа → договор за пристап)
- мерно место и сопственост на главното мерило (MEPSO), како и обврска за дополнително резервно/контролно мерење од страна на производителот

Практично, за ваков приклучок инвеститорот најчесто ја гради и поседува ТС „ТРИНИТИ СОЛАР“ и приклучните водови до точката на разграничување дефинирана во Студијата за приклучок, а MEPSO ги поставува/верифицира главните мерни уреди на мерното место.

3) Основна еднополна логика (функционален опис)

ФЕЦ (0,8 kV инвертори) → 0,8/35 kV блок-трафа → 35 kV собирачки систем
БАТЕРИСКИ СИСТЕМ (PCS на НН) → PCS-трафо (најчесто 0,4/35 kV) → 35 kV собирачки систем

И двата извора се приклучуваат на 35 kV шински систем во ТС 110/35 kV, од каде преку 2×24 MVA трансформатори се врши подигање на напонот на 110 kV и предавање во мрежата преку две 110 kV линии (две кола) по истиот коридор/траса.

Клучна оперативна забелешка (N-1): Двата трансформатора даваат вкупно 48 MVA, но при испад на еден трансформатор остануваат 24 MVA. Затоа, Plant Controller (централен регулатор) треба да овозможи автоматско ограничување на активната моќност (P-limit) во N-1 режим за да не се надмине дозволеното оптоварување на преостанатиот трансформатор и 35 kV опрема.

4) ТС 110/35 kV „ТРИНИТИ СОЛАР“ – 110 kV постројка (примарна опрема)

4.1 Конфигурација на 110 kV шински систем

За оваа големина типично решение е отворена AIS постројка (надворешна) со:

- една шина (или една шина + секционирање со шински спојувач, ако се бара поголема оперативна флексибилност)
- 4 полиња:
 1. 110 kV далекуводно поле – коло 1
 2. 110 kV далекуводно поле – коло 2
 3. 110 kV трансформаторско поле T1
 4. 110 kV трансформаторско поле T2

4.2 Состав на едно 110 kV поле (типски)

Секое поле вообичаено содржи:

- 110 kV прекинувач (SF₆ или вакуум, според понуда/стандарди)
 - раздвојувачи (линиски/шински) и земјосвити
 - мерни трансформатори (СТ/НТ или КНТ) за заштита и мерење
 - одводници на пренапони (surge arresters)
 - конструкција/портали, изолатори, приклучни водници
 - приклучок за ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ/PLC/заштита со далечинска комуникација (ако се применува)
-

5) Моќни трансформатори 2×24 MVA (110/35 kV)

Номинални податоци (типски за тендерска спецификација):

- $S_N = 24/24/\dots$ MVA (ONAN/ONAF, според потреба)
- $U = 110 \pm x\% / 35$ kV
- OLTC (под напон) за регулација на 35 kV напон преку 110 kV намотка (типично $\pm 10\%$ во чекори)
- Векторска група: често YNd11 (или по барање на MEPSO/проектант)
- Он-лајн/локална дијагностика: температура на масло/намотки, DGA (опц.)
- Заштити: Бухолц, PRD, диференцијална, REF, термичка, пренапони/поднапон итн.

Инсталациски елементи:

- темели + анкер-рамки, масло-јама/собирен базен (екологија)
- противпожарна заштита (детекција, локална/стационарна, пристапни патеки)

6) 35 kV постројка (внатрешна, метално-обложена)

6.1 Конфигурација

Предлог-конфигурација што ја следи вашата поставеност:

- 4× 35 kV влезни полиња (кабелски) за:
 - 2× фидери од ФЕЦ (делење по кола/секции за селективност и струјни нивоа)
 - 2× фидери од БАТЕРИСКИ СИСТЕМ (или 1× БАТЕРИСКИ СИСТЕМ + 1× резерва/идно проширување – според реална шема)
- 2× 35 kV трансформаторски изводи (кон T1 и T2)
- шински спојувач / секционирање (препорачано за работа со две секции, сервис без прекин)
- сопствена потрошувачка: 35/0,4 kV трансформатор + 0,4 kV развод
- опционално: поле за земјоспојна опрема (земјоспоен трансформатор/отпорник) и/или компензација (капацитети/реактори) ако студијата покаже потреба

6.2 Функционални барања за ФЕЦ и БАТЕРИСКИ СИСТЕМ

На ниво на заеднички приклучок мора да се обезбеди:

- регулирање на напон/реактивна моќност ($Q(V)$ или PF-сетпоинт) преку централен контролер
- ограничување на P по услови (N-1 трансформатор, ограничувања на линија/шина)
- контрола на рампи и учество во системски услуги (ако MEPSO бара преку договор/студија)

- усогласеност со барањата за тестирање/динамички одзив при пуштање (реален и симулиран одзив, подесување регулатори и заштити, квалитет на енергија)

7) Заштита, управување (систем за надзор и управување) и мерење

7.1 Релејна заштита (типски пакет)

- 110 kV линија: дистанчна + земјоспојна, заштита со далечинска комуникација (ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ), резервна надструјна, автоматско повторно вклопување (ако се бара)
- трансформатор: диференцијална, REF, Бухолц/температури/притисок, надструјна резервна, заштита од пренапони
- 35 kV фидери: надструјна + земјоспојна, насочна земјоспојна (ако се применува)
- шинска заштита (опциски, зависно од конфигурација и барање)

7.2 систем за надзор и управување/далечинско управување

- Систем за автоматизација на TC (SAS) со IEC 61850, локален НМЦ, архивирање на настани/осцилограми
- далечинска терминална единица/комуникација кон MEPSO Неднонасочна струја преку оптички линк (најчесто ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ на 110 kV линија)
- синхронизација на време (GPS/NTP/PTP)

7.3 Мерење (обрачунско и контролно)

- Мерното место се дефинира во Студијата за приклучување
- Главниот обрачунски мерен уред е во сопственост на MEPSO и се инсталира на мерното место
- Производителот инсталира дополнително контролно/резервно мерење (во своја сопственост)

8) Двоен 110 kV далекувод 3,7 km (приклучен вод)

8.1 Техничка изведба (типски)

- 2×110 kV кола на заедничка траса (двоен далекувод), со челично-решеткасти столбови или армирано-бетонски/челични столбови (според терен и економија)
- фазни проводници (типски наизменична струјаSR/ААнаизменична струја пресек според струјни/падови/кратки врски)
- заштитно јаже/ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ за громобранска заштита и телекомуникации (систем за надзор и управување/заштита со далечинска комуникација)

- темели, заземјување на столбови, обележување и заштита на премини (патишта/реки/инфраструктура)
- финални испитувања: изолациски растојанија, мерења на отпори на заземјување, термовизија, пробно оптоварување (по протокол)

8.2 Референтни редови на големина за трошоци на 110 kV водови во РСМ (за ориентација)

- Проект ТС Битола 1 – ТС Прилеп 1: 33,7 km / ~3,5 милиони € (~104 илј. €/km)
- MEPSO тендер: 14 милиони € за 4×110 kV далекуводи на ~100 km (~140 илј. €/km)

За двоен 110 kV далекувод по km најчесто се зема поголема единична цена (повеќе материјал/конструкции), па во пресметката подолу е применет повисок ориентациски фактор од овие референтни вредности.

9) Ориентативен приказ на трошоци (адаптиран за изведба во РС Македонија)

Опфат: само приклучната инфраструктура (ТС 110/35 kV + 110 kV двоен далекувод + терминални работи + тестирања). Не се опфаќаат ФЕЦ-полиња/инвертори, БАТЕРИСКИ СИСТЕМ батерии/PCS, внатрешни 0,4 kV системи во блок-станции итн.

Курс за пресметка: 1 EUR ≈ 61,53 MKD (НБРМ среден курс прикажан во курсна листа на банка)
Точност: ориентативно ±20–30% (геологија, тип AIS/GIS, барања на MEPSO, експропријација/пристапни патишта, цени на челик/бакар).

9.1 капитални трошоци – базна проценка (без ДДВ)

Бр.	Ставка	Кол./ед.	Ед. цена (ориент.)	Износ (EUR)
1	Проектирање, дозволи, геодезија, надзор/координација	L.S.	—	250.000
2	110 kV AIS постројка (4 полиња + шинска опрема/конструкции)	L.S.	—	1.300.000
3	35 kV метално-обложена постројка (~8–10 полиња вкл. спојка, сопствена потрошувачка) + зграда	L.S.	—	600.000
4	Заштита, мерни ТТ/ТН, SCADA/RTU, телекомуникации (IEC 61850, ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ терминали)	L.S.	—	600.000
5	Градежни работи во ТС (плато, темели, патишта, ограда, одводнување, заземјување, масло-јами)	L.S.	—	800.000
6	2× трансформатор 110/35 kV, 24 MVA (набавка + транспорт + монтажа + испитувања)	2	~900.000	1.800.000

Бр. Ставка	Кол./ед.	Ед. (оригент.)	цена Износ (EUR)
7	Двоен 110 kV далекувод 3,7 km (столбови, проводници, ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ, монтажа)	3,7 km	~230.000/km 851.000
8	Терминални работи на страната на MEPSO (2 линиски полиња/адаптацин – ако се потребни)	L.S.	— 650.000
9	Путпање, функционални тестови, пробна работа, мерења на квалитет на енергија	L.S.	— 100.000
	Меѓузбир		6.951.000
	Ризик/непредвидени (10–15%)		~850.000
	Вкупно (базио, без ДДВ)		~7.800.000 EUR

Вкупно во MKD (без ДДВ): $7,8 \text{ M€} \times 61,53 \approx 479.934.000 \text{ MKD}$

Со ДДВ 18% (ако се применува на целиот опфат):

- ~9,204,000 EUR
- $\approx 566.322.120 \text{ MKD}$

49. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ФОТОНАПОСКА ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА „СПЕС СОЛАР“

1) Основни податоци за објектот и приклучокот

- Фотонапонска електроцентрала (ФВЕЦ): „СПЕС СОЛАР“, инсталирана моќност 3,95 MW (наизменична струја).
- Интегрирано складиште (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ): 0,8 MW (PCS на наизменична струја страна, управувано преку систем за управување со енергија/Plant Controller).
- Напонско ниво на приклучување: 20 kV (среднонапонска дистрибутивна мрежа).
- Трансформатор: 5 MVA, 20/0.63 kV, дел од приклучокот (вклучен во трошоци).
- Внатрешна НН инсталација: 0,63 kV, L = 925 m (колекторска/главна НН траса).
- СН постројка (20 kV):

- 1 × СН трафо ќелија (поле за трансформатор)
- 1 × СН мерно-спојна ќелија (мерење + спој/граница кон мрежа)
- 2 × СН изводни далекуводни ќелии (20 kV изводи)
- 20 kV линии: 2 × 370 m (вкупно 740 m), од изводните полиња.

Номиналните напони и дозволените отстапувања (вкл. $\pm 10\%$ за 20 kV) се во рамки на мрежните правила и EN 50160.

2) Концепт на приклучок и функционална еднополна шема (описно)

1. ФВ инвертерите (групирани во инвертерски/комбинер станици) и PCS на БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ја предаваат енергијата на главна НН шина 0,63 kV (главен НН разводен ормар – MSB).
2. Од 0,63 kV MSB, преку главен прекинувач (наизменична струјаB) и кабелски изводи, енергијата се води до главниот трансформатор 5 MVA (0,63/20 kV).
3. На 20 kV страната трансформаторот се приклучува во СН трафо ќелија (со прекинувач и заштита).
4. Преку СН мерно-спојна ќелија се реализира:
 - пресметковно мерење (СТ/НТ + броило) и
 - спојување/изолирање кон дистрибутивната мрежа (граница на сопственост/оперативна точка).
5. Од две изводни 20 kV ќелии излегуваат две 20 kV линии по 370 m (типично како радијални изводи или како дел од прстенеста (ring) конфигурација, зависно од барањето на ОДС).

3) Главен трансформатор 5 MVA (20/0,63 kV) – технички опис

- Тип: масло-импрегниран (ONAN), 50 Hz, за надворешна/внатрешна монтажа (според проект).
 - Векторска група: типично Δ/YN (на пр. Dyn11) за обезбедување неутрала на 0,63 kV и ограничување на хармоници/земјоспоеви кон СН (точно се усогласува со ОДС).
 - Регулација: оф-циркулт тапови (на пр. $\pm 2 \times 2,5\%$ или $\pm 5\%$) за фино усогласување на напонот.
 - Опрема/заштита: Бухолц реле, термометри (масло/намотка), сигурносен вентил, покажувач ниво на масло, приклучоци за мерење, приклучни бушинзи, при потреба одводници на 20 kV страна.
-

4) Внатрешна нисконапонска инсталација 0,63 kV – 925 m

- Намена: НН колекторска мрежа за поврзување на инвертерските станици и PCS на БАТЕРИСКИ СИСТЕМ до главниот НН развод (0,63 kV) и трансформатор.
- Изведба (типично): подземно во ров/цевки или на кабелски полици/канали (според терен и пожарни барања).
- Кабли: 0,6/1 kV кабли со XLPE/PVC (Al или Cu), со пресек и број на паралели определени со:
 - дозволено струјно оптоварување,
 - пад на напон,
 - краткоспојни услови и
 - архитектура на инвертерските групи (повеќе радијални фидери наспроти една „главна“ траса).

Практично: кај ~4 MW на 0,63 kV, најчесто се применува повеќефидерска шема (повеќе кабелски изводи), за да не се носи целата струја по една траса.

5) Среднонапонска постројка 20 kV – ќелии и функции

СН постројка (метално-затворена, 24 kV класа, IEC 62271-200) со најмалку 4 полиња:

1. СН трафо ќелија
 - Вакуумски прекинувач, земјоспојник, кабелски изводи, и заштитен релеј (OC/EF, термика, по потреба насочни функции).
2. СН мерно-спојна ќелија
 - СТ/НТ за пресметковно мерење, броило(а), комуникациски модул/архива и споен прекинувач/раздвојувач за оперативно спојување со мрежата.
3. СН далекуводно поле 1 (извод) → 20 kV линија 370 m
4. СН далекуводно поле 2 (извод) → 20 kV линија 370 m
 - Заштита и комутација според барање на ОДС (прекинувач или прекинувач-товар/секционирање, земјоспојник, мерење ако е потребно).

6) 20 kV линии (2 × 370 m)

- Од двете далекуводни полиња продолжуваат две 20 kV линии со должина 370 m.
 - Во зависност од условите (урбанизам/парцели/ОДС), линиите може да се реализираат како:
 - надземен далекувод (столбови + изолатори/опрема + проводници), или
 - подземен СН кабел (ров, песочна постелка, предупредувачка лента, спојници/завршетоци).
-

7) Мерење, заштити, управување и мрежна усогласеност

7.1 Пресметковно мерење на 20 kV

За корисници приклучени на среден напон, мрежните правила дефинираат индиректно мерење со:

- напонски мерни трансформатори класа 0,5,
- струјни мерни трансформатори класа 0,5 или 0,5s,
- броила за активна енергија класа 1 (МД В) и реактивна енергија класа 2,
- архивирање на крива на оптоварување и собирање на податоци преку систем за собирање мерни податоци.

7.2 Квалитет на напон и фреквенција (услови на приклучок)

- Номинална фреквенција: 50 Hz; статистички граници за отстапување се дефинирани во мрежните правила.
- Номинален напон на СН: 20 kV, со $\pm 10\%$ дозволено отстапување во нормален режим.

7.3 Заштитни функции (типично барани за ФВЕЦ + БАТЕРИСКИ СИСТЕМ на 20 kV)

- Прекуструјна и земјоспојна заштита (50/51, 50N/51N) на трафо поле и/или изводи.
- Напонска/фреквентна мрежна заштита (27/59, 81U/81O) и anti-islanding функции (ROCOF/Vector Shift) – согласно технички услови на ОДС.
- Заштита на трансформатор (термичка 49, по потреба диференцијална 87T).
- Ограничување на извоз/увоз и Q-контрол: Plant Controller/систем за управување со енергија управува со ФВ + БАТЕРИСКИ СИСТЕМ за:
 - да не се надмине договорената моќност/5 MVA капацитет,
 - да се обезбеди фактор на моќност/реактивна поддршка ако се бара,
 - да се мазни флукуација (ramp-rate) преку БАТЕРИСКИ СИСТЕМ.

8) Заземјување, громобранска и ЕМС заштита

- Заземјувачки систем за ТС (мрежа/прстен, вертикални сонди), изедначување потенцијали (трансформаторски казан, СН/НН опрема, кабелски екрани).
 - Пренапонска заштита: одводници на 20 kV (и по потреба на 0,63 kV), координација на изолација.
 - Кај надземни линии: соодветно заземјување на столбови и заштита од атмосферски празнења.
-

9) Испитувања и пуштање во работа

- Кабли: изолациски тестови, многу ниска фреквенција/наизменична струја тест за СН кабли (ако се кабелски), континуитет и фазирање.
- СН опрема: функционални тестови, интерлок, тест на реле-заштити (секундарно инјектирање), тест на мерни кола.
- Трансформатор: приемни протоколи + мерења на лице место (изолација, однос, група, заземјување).
- Пробна синхронизација/паралелна работа според процедура на ОДС.

10) Приказ на трошоци (ориентациски, за изведба во РС Македонија)

Опфат: само приклучокот опишан погоре (ТС 20/0,63 kV со СН ќелии, линии, внатрешна НН инсталација, мерење/заштита/систем за надзор и управување, градежни работи за приклучок). Не се вклучени ФВ панели, инвертери, батериски модули/контејнери, PCS како опрема на БАТЕРИСКИ СИСТЕМ (освен ако вашиот „приклучок“ договорно ги третира и нивните фидери), огради/патишта на цела централа, ниту евентуални засилувања на мрежата надвор од 370 m.

Валута и даноци:

- Конверзија: 1 EUR $\approx$ 61,55 MKD.
- ДДВ (стандардна стапка): 18%.

За кабелските материјали користена е ориентација од европски он-лајн ценовници (пример 4×240 mm² Al NAYY-тип кабел се среќава ~25–43 EUR/m како базна цена). За трансформатор 5 MVA: пазарни насоки често даваат ред на големина ~60k–150k USD за 5000 kVA (зависи од спецификација, производител, загуби, опрема).

10.1 Табела – проценка (без ДДВ)

Бр. Ставка	Кол.	Ед. цена (EUR)	Вкупно (EUR)
1 Трансформатор 5 MVA 20/0,63 kV (набавка)	1 компл.	100.000	100.000
2 Транспорт, монтажа, масло/пуштање на трансформатор	1 лот	15.000	15.000
3 СН постројка 20 kV – 4 ќелии (трафо + мерно-спојна + далекуводни), релен/сигнализација	2 1 компл.	85.000	85.000
4 Мерење на 20 kV (СТ/НТ, броила, архива/комуникација)	1 компл.	10.000	10.000

Бр.	Ставка	Кол.	Ед. цена (EUR)	Вкупно (EUR)
5	Главен НН развод 0,63 kV (MSB, ACB, шински систем, заштита/мрење)	1 компл.	35.000	35.000
6	Внатрешна НН инсталација 0,63 kV 925 m (кабли + ров/цевки + песок/ленти + завршетоци; претп. 2 паралели на главни делници)	925 m	150	138.750
7	20 kV линии 2×370 m (столбови/проводници/монтажа или еквивалент кабелска варијанта)	0,74 km	60.810	45.000
8	Завршетоци/спојници, приклучна опрема, ознаки, ситен материјал	1 лот	6.000	6.000
9	Градежни работи за ТС (фундаменти/пристап, кабелски канали, влезови)	1 лот	45.000	45.000
10	Заземјување – громобранска/пренапонска заштита	1 лот	12.000	12.000
11	SCADA/телеметрија кон ОДС (RTU, комуникации, интеграција)	1 лот	10.000	10.000
12	Проектирање, ревизија, геодезија, дозволи, документација	1 лот	20.000	20.000
13	Испитувања и пуштање во работа (реле-тестови, функционални проби)	1 лот	10.000	10.000
Меѓузбир (без резерва):		531.750		EUR
Резерва/непредвидено (10%):		53.175		EUR
Вкупно без ДДВ: 584.925 EUR (≈ 36,0 милиони MKD)				
10.2 Со ДДВ (18%)				
Вкупно со ДДВ: 690.212 EUR (≈ 42,5 милиони MKD)				

**50. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ФОТОНАПОСКА
ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА „ГЕРМАН ЕНЕРГО СОЛУШН“****1) Општ технички опис на приклучокот**

Фотонапонската електроцентрала „ГЕРМАН ЕНЕРГО СОЛУШН“ со инсталирана моќност 2.1 MW и интегрирано складиште (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) со моќност 0.8 MW се приклучува на електродистрибутивната мрежа на 20 kV преку сопствена приклучна трафостаница со:

- силов трансформатор 20/0.63 kV, Sn = 3.75 MVA (дел од приклучокот),
- внатрешна НН инсталација 0.63 kV, вкупна должина 925 m,
- СН 20 kV расклопен уред со 4 полиња (ќелии):
 1. трафо ќелија, 2) мерно-спојна ќелија, 3) и 4) две изводни далекуводни ќелии,
- две 20 kV далекуводни траси, секоја по 800 m (вкупно 1.6 km).

Процедурално, приклучувањето на производители се води преку барање до операторот на дистрибутивниот систем (ДСО) преку нивната електронска платформа.

2) Основни електрични параметри и избор на трансформатор

Инсталирана активна моќност (макс. истовремен извоз):

- PV: 2.1 MW
- БАТЕРИСКИ СИСТЕМ (PCS): 0.8 MW
- Вкупно: 2.9 MW

Трансформатор 3.75 MVA е соодветен затоа што обезбедува:

- резерва за реактивна моќност (Q) и работен фактор на моќност,
- резерва за краткотрајни преоптоварувања и мрежни услови,
- доволна НН струјна носивост на 0.63 kV.

Ориентационо:

- $I_{HN} \approx 3.75 \text{ MVA} / (\sqrt{3} \cdot 0.63 \text{ kV}) \approx 3,4 \text{ kA}$
 - $I_{CH} \approx 3.75 \text{ MVA} / (\sqrt{3} \cdot 20 \text{ kV}) \approx 108 \text{ A}$
-

3) Концепт на поврзување (функционален „single-line“ опис)

1. PV инвертери и БАТЕРИСКИ СИСТЕМ PCS се поврзуваат на заеднички НН 0.63 kV собирач (busbar) преку свои изводи и заштити (автоматски прекинувачи/осигурувачи, мерни трансформатори, мерење).
2. Од НН собирачот, енергијата се води преку НН кабли (вкупно 925 m) до трансформаторот 0.63/20 kV, 3.75 MVA.
3. На СН страна, трансформаторот се приклучува во СН расклопен уред 20 kV преку трафо ќелија (обично со вакуумски прекинувач и релејна заштита).
4. Мерно-спојната ќелија обезбедува:
 - фактурно мерење (активна/реактивна енергија),
 - мерни трансформатори (СТ/НТ),
 - можност за спојување/раздвојување според барања на ДСО.
5. Од две далекуводни ќелии излегуваат две независни 20 kV траси, секоја 800 m, до точките на поврзување/вклучување во постоечката 20 kV мрежа.

4) Нисконапонска инсталација 0.63 kV (925 m)

Внатрешната НН инсталација (0.63 kV) се изведува како кабловска мрежа (во канали/ровови или кабловски носачи), типично со:

- повеќе паралелни НН изводи (поради високи струи),
- селективни заштити по извод (за PV и за БАТЕРИСКИ СИСТЕМ),
- контрола на пад на напон и термичко оптоварување,
- јасно означување, механичка заштита и мерки за пожарна сигурност.

5) Трансформатор 3.75 MVA (20/0.63 kV)

Препорачана конфигурација (типична за приклучоци на 20 kV):

- маслен ONAN или сув (по избор/услови),
 - група на врзување Dyn11 (или согласно проект и барања на ДСО),
 - оф-лоад тапови за регулација на напон (типично $\pm 2 \times 2.5\%$ или слично),
 - температурни сензори и сигнализација, Бухолц (за маслен), пренапонска заштита (одводници) на СН страна,
 - приклучување на заземјување и потенцијализација на металните делови.
-

6) Среднонапонски расклопен уред 20 kV (ќелии)

Уредот се предвидува како AIS металоклопен или компактен RMU (до 24 kV), со соодветен степен на заштита и класа за внатрешен лак (ако се бара). Типично се избира номинална струја 630 А и краткоспојна издржливост 16–25 kA/1s (конечно по пресметка на I_k на точката на приклучување).

Функции по ќелија:

1. СН трафо ќелија

- вакуумски прскинувач, заземјувач, раздвојувач (по конструкција),
- релејна заштита: $I>$, $I>>$, земјоспој (50/51, 50N/51N или еквивалент).

2. СН мерно-спојна ќелија

- СТ/НТ за фактурно мерење,
- бројило/комуникациски модем,
- спојна функција (кабелска/шинска) според шема на ДСО.

3. и 4) Две изводни далекуводни ќелии

- вакуумски прекинувач или товарен прекинувач (зависно од концептот),
- заштити за далекувод ($I>$, земјоспој; по потреба насочна заштита ако мрежата/условите го бараат).

Во пракса, трафостаници/расклопни решенија за 20 kV во РСМ често се изведуваат „по стандарди на ЕВН“ (ДСО) – што значи усогласување на шеми, опрема и интерфејси со нивните технички услови.

7) 20 kV далекуводи (2×800 m)

Двете изводни полиња продолжуваат со две 20 kV траси (вкупно 1.6 km). Како „далекувод“, најчесто се подразбира надземен вод со:

- армирано-бетонски/челични столбови,
- изолатори и конзоли,
- проводник со соодветен пресек (термички/механички),
- заземјување на столбови и мерки за заштита од пренапони,
- обележување и усогласување со заштитни појаси/услови за градба.

Ако дел/целина е кабловски (подземно), се додаваат кабловски глави, спојници, песочно постелување, заштитни плочи/ленти и сл.

8) Заштита од островско работење и мрежни барања

Постројката (PV + БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) мора да има:

- анти-островска заштита ($U</U>$, $f</f>$, ROCOF/векторски поместувања – согласно барања на ДСО и важечки стандарди),
- контрола на фактор на моќност / $Q(U)$ ако ДСО го бара,
- ограничување на извоз/увоз (ако се бара) преку РРС/систем за управување со енергија (контролер на електраната),
- power quality ограничувања (хармоници, фликер) и соодветно мерење/верификација при пуштање.

9) Мерење, комуникации и комисионирање

- Фактурно мерење во мерно-спојна ќелија со СТ/НТ и бројило со далечинско читање (по спецификација на ДСО).
- систем за надзор и управување/телеметрија: статуси на прекинувачи, мерни вредности, аларми, евентуално далечинска команда (ако се бара).
- Испитувања: НВ тестови, примарно/секундарно вбризување за релса, функционални тестови, проверка на селективност, мерења на отпор на заземјување, пробно вклучување.

10) Приказ на трошоци (ориентационо) – адаптирано за изведба во РСМ

Подолу е буџетска проценка за приклучокот (опишаната опрема и работи), со типична точност $\pm 20\text{--}30\%$ (цените најмногу зависат од: тип на СН уред, краткоспојно ниво, дали 20 kV трасата е надземна/подземна, услови на терен/пристап, барања за телеметрија и мерно место). Вклучен е трансформаторот (како што баравте). Не се вклучени трошоци за PV панели/конструкции, инвертери, БАТЕРИСКИ СИСТЕМ енергетски капацитет (kWh), оградување на цела централа, пристапни патишта надвор од приклучокот, експропријации и сл.

Ориентационен буџет (ЕУР, без ДДВ):

- Трансформатор 3.75 MVA 20/0.63 kV (набавка + транспорт + испитувања): 150,000
- СН 20 kV расклопен уред (4 ќелии со заштити/опрема): 100,000
- НН 0.63 kV главна табла/развод: 45,000
- НН 0.63 kV кабли и монтажа (вкупно 925 m, агрегирано): ~60,000
- 20 kV далекуводи ($2 \times 800 \text{ m} = 1.6 \text{ km}$), надземни: ~112,000
- Земјосвод/громобран + градежни работи (платформи, ровови, канали): ~70,000
- Мерење/комуникации/систем за надзор и управување и комисионирање: ~27,000

Подзбир	(директни работи):	~574,000	EUR
Проектирање/менаџмент	(~8%):	~46,000	EUR
Резерва/непредвидено (~10%): ~62,000 EUR			
Вкупно	без	ДДВ:	~682.000 EUR
Вкупно со ДДВ (18%): ~805,000 EUR			
Во денари (1 EUR ≈ 61.5 MKD):			
• Вкупно без ДДВ: ~41.95 милиони MKD			
• Вкупно со ДДВ: ~49.50 милиони MKD			

51. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БЕСС „БАЛДОВЕНЦИ“

1. Општ опис на приклучокот

Батерискиот систем за складирање на електрична енергија БЕСС „Балдовенци“ се приклучуваат на електропреносната мрежа преку новоизградена 110/35 kV трансформаторска станица (ТС). Приклучокот е реализиран како заеднички приклучок, со можност за прием и испорака на електрична енергија во преносниот систем, во согласност со важечките технички правила и мрежни кодекси.

2. Трансформаторска станица 110/35 kV

2.1 Основна конфигурација

Трансформаторската станица 110/35 kV е проектирана како надворешна (AIS – Air Insulated Substation) и се состои од следниве основни елементи:

- Еден енергетски трансформатор 35/110 kV
 - Номинална моќност: 125 MVA
 - Векторска група: YN/d (или соодветна според системските барања)
 - Регулација на напон: OLTC $\pm 10\%$ (типично $\pm 8 \times 1,25\%$)
 - Ладење: ONAN/ONAF
- 110 kV разводно постројување
- 35 kV разводно постројување
- Системи за заштита, мерење, управување и комуникација
- Сопствени потрошувачи и помошни напојувања (наизменична струја/еднонасочна струја)

2.2 110 kV разводно постројување

110 kV страната на ТС е составена од:

- Едно излезно 110 kV далекуводно поле, кое служи за приклучок кон електропреносната мрежа
- Едно трансформаторско поле 110 kV, преку кое трансформаторот се поврзува со 110 kV шинскиот систем

Типична опрема по поле:

- Прекинувач 110 kV (SF₆)
- Разделници со заземјувачи
- Мерни трансформатори (СТ, НТ)
- Заштитна и управувачка опрема
- Заштита од пренапони (одводници)

2.3 35 kV разводно постројување

35 kV страната е изведена со метално-обложени ќелии (GIS или AIS, зависно од проектното решение) и вклучува:

- Шест (6) 35 kV влезни далекуводни полиња, преку кои се приклучуваат поединечните УСЕМ модули или групи
- Едно трансформаторско поле 35 kV
- Шински систем со можност за секционирање

Секое 35 kV поле е опремено со:

- Вакуумски прекинувач

- Мерни трансформатори
- Релејна заштита (пренапонска, надструјна, диференцијална – каде е применливо)
- Локално и далечинско управување

3. 110 kV далекуводен приклучок

Приклучувањето на ТС „Балдовенци“ кон електропреносната мрежа се реализира преку:

- Еден 110 kV далекувод
- Тип: едносистемски, воздушен
- Должина: 10 km
- Проводници: Al/Fe (на пр. 240/40 mm² или еквивалентно)
- Изолација: стаклена или композитна
- Заземјување: заштитно и громобранско јаже

Далекуводот е проектиран во согласност со:

- Националните технички норми
- EN и IEC стандарди
- Барањата на операторот на преносниот систем (MEPCO)
-

4. Системи за заштита, управување и мерење

- Релејна заштита:
 - Диференцијална заштита на трансформатор
 - Далекуводна заштита (дистанцна и резервна)
 - Заштита од земјоспој и асиметрија
- систем за надзор и управување и телекомуникации:
 - Далечински надзор и управување
 - Оптичка комуникација кон НДЦ
- Мерење на електрична енергија:
 - Комерцијално мерење на 110 kV страна
 - Техничко мерење на 35 kV страна

5. Ориентационен приказ на трошоци

(адаптирани за изведба во Република Северна Македонија, цени во ЕУР, без ДДВ)

Бр.	Опис	Проценета вредност (€)
1	Енергетски трансформатор 35/110 kV, 125 MVA (набавка + транспорт – монтажа)	4.500.000 – 5.500.000
2	110 kV разводно постројување (2 полиња)	1.200.000 – 1.500.000
3	35 kV разводно постројување (7 полиња вкупно)	900.000 – 1.200.000
4	110 kV далекувод, 10 km (проектирање + материјал + градба)	3.000.000 – 3.800.000
5	Заштита, мерење, SCADA и телекомуникации	600.000 – 800.000
6	Градежни работи (фундаменти, плато, патинга, огради)	700.000 – 1.000.000
7	Проектирање, надзор, тестирање и пуштање во работа	400.000 – 600.000
Вкупна ориентирна инвестиција:		11.300.000 – 14.400.000 €

6. Заклучок

Предложениот заеднички приклучок преку трансформаторска станица 110/35 kV со трансформатор од 125 MVA обезбедува сигурна, флексибилна и технички усогласена интеграција на УСЕМ „Балдовенци“ во електропреносниот систем на Република Северна Македонија. Конфигурацијата овозможува идно проширување, високо ниво на сигурност и целосна усогласеност со националните и европските стандарди.

Доколку сакате, можам:

- да го прилагодам текстот за елаборат за приклучок,
- да додадам еднополна шема,
- или да направам подетална финансиска анализа (капитални трошоци/ОРЕХ).

52. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ФНЕЦ „ИЖИШТЕ 1“**1. Општ опис на приклучокот на електродистрибутивен систем**

Фотонапонската електроцентрала „ИЖИШТЕ 1“ со инсталирана моќност од 7,8 MWp и приклучна наизменична струја моќност од $\approx 2,75$ MW (со интегриран батериски систем 6,25 MWh) е предвидена за директен приклучок на среднонапонска (CIP) електродистрибутивна мрежа на 20 kV. Централата претставува дистрибуиран производител на електрична енергија и работи во паралела со јавната мрежа

2. Техничка конфигурација на приклучокот**2.1 Напонски нивоа и основни параметри**

- еднонасочна струја страна:
 - Максимален напон: 1500 Vdc
- наизменична струја страна – нисконапонско ниво:
 - 0,55 kV / 0,8 kV, трифазно
- наизменична струја страна – среднонапонско ниво (точка на приклучок):
 - 20 kV
- Номинална приклучна моќност:
 - 2,75 MW / 2,75 MVA
- Проектна струја на приклучок (20 kV):
 - $\approx 90\text{--}100$ A

2.2 Главни елементи на приклучокот**а) Инвертерско-трансформаторска станица (PCS)**

- 1 PCS контејнер со номинална моќност 2,75 MW
- Интегриран енергетски трансформатор 0,55/20 kV, 2,75 MVA
- Тип на трансформатор:
 - Маслен, ONAN ладење
 - Векторска група YNd11
 - Импеданса: ≈ 8 %
- Трансформаторот е дел од приклучокот и служи за подигање на напонот до мрежното ниво

б) Среднонапонска постројка (20 kV)

- RMU или CIP разводна ќелија со:
 - линиска ќелија

- мерна ќелија (доколку ја бара операторот)
- трансформаторска ќелија
- Заштитни функции:
 - 50/51, 50N/51N
 - 27/59, 81U/81O
 - анти-островска заштита преку PCS

в) Среднонапонски кабелски приклучок

- Кабел: Al XLPE 36 kV
- Препорачан пресек: $1 \times (3 \times 150 \text{ mm}^2)$
- Проектна должина: $\approx 60\text{--}120 \text{ m}$
- Услови:
 - пад на напон $\leq 2 \%$
 - термичка издржливост за $I_k = 10 \text{ kA} / 1 \text{ s}$

2.3 Систем за заземјување и громобранска заштита

- Заземјувачка мрежа под целата СН постројка
- Целна отпорност на заземјување:
 - $R_g < 1 \Omega$
- Стандарди:
 - IEEE 80
 - IEC 61936-1
 - IEC 62305

Ideen_proekt_FEC Iziste 1_faza E

- Громобранска заштита – ниво IV:
 - 4 громобрани високи 6 m
 - хоризонтална мрежа $5 \times 5 \text{ m}$
 - бакарни спустни проводници 50 mm^2

3. Точка на приклучок и услови од операторот

Точката на приклучок е на 20 kV мрежа на надлежниот оператор на дистрибутивниот систем (ЕВН Електродистрибуција). Приклучокот мора да ги исполнува:

- Мрежните правила на операторот
- Условите за паралелна работа
- систем за надзор и управување/далечински надзор (по барање)

4. Приказ на трошоци за приклучок (ориентир РС Македонија)

Забелешка: Цените се ориентациони, без ДДВ, и се базирани на пазарни услови во РС Македонија за 2024–2025 година.

4.1 Табела на трошоци

Бр.	Опис	Кол.	Ед. цена (€)	Вкупно (€)
1	Енергетски трансформатор 2,75 MVA 0,55/20 kV	1	85.000	85.000
2	PCS контејнер (дел за приклучок и заптити)	1	70.000	70.000
3	СН RMU / разводна опрема 20 kV	1	35.000	35.000
4	СН кабел 20 kV (150 mm ² Al, ~100 m)	1	18.000	18.000
5	Кабелски завршетоци и спојници	сет	6.000	6.000
6	Заземјување и громобранска заштита	лот	12.000	12.000
7	Проектирање, испитувања и атести	лот	8.000	8.000
8	Монтажа, тестирање и пуштање во работа	лот	15.000	15.000
	Вкупно (без ДДВ)			249.000 €

4.2 Резиме на трошоци

- Вкупен трошок за електродистрибутивен приклучок:
≈ 240.000 – 260.000 €
- Процент од вкупната инвестиција на ФВЕ:
≈ 5 – 7 %
- Трансформаторот учествува со:
≈ 34 % од трошокот за приклучок

5. Заклучок

Приклучокот на фотонапонската електроцентрала „ИЖИШТЕ 1“ на 20 kV електродистрибутивната мрежа е технички изводлив со стандардно решение базирано на интегрирана PCS-трансформаторска станица. Решението е усогласено со важечките ИЕС и македонски стандарди, обезбедува сигурна паралелна работа и ги минимизира загубите и трошоците за одржување.

53. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ФНЕЦ „ИЖИШТЕ 2“

1. ОПШТ ОПИС НА ПРИКЛУЧОКОТ

Фотонапонската електрична централа „Ижшште 2“ со инсталирана моќност од 7,8 MW припаѓа на групата на дистрибуирани производни извори, директно приклучени на среднонапонската електродистрибутивна мрежа.

Поради големината на инсталираната моќност, приклучокот на централата е предвиден на 20 kV напонско ниво, согласно мрежните правила на операторот на дистрибутивниот систем (ЕВН Македонија).

2. КОНЦЕПТ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИОТ ПРИКЛУЧОК

2.1 Производен дел (ФВ поле)

- 11.778 бифацијални монокристални фотонапонски модули
- Единечна моќност: 720 Wp
- Сериско поврзување: 26 модули по стринг
- еднонаочна струја развод со соларни кабли RADOX 6 mm²

2.2 Инвертерски систем

- 26 стринг инвертери
- Номинална наизменична струја моќност по инвертер: 300 kW
- Излезен наизменична струја напон: 800 V

- Инвертерите се опремени со:
 - вградени заштити од пренапон и поднапон
 - заштита од островски режим
 - можност за регулирање на $\cos\phi$ и реактивна моќност
- Инвертерите се поврзуваат на нисконапонска собирница на трансформаторската станица

2.3 Нисконапонски развод

- Кабли тип PP00-A / NYU
- Кабелски линии положени во земја, во ров
- Заштитни и мерни уреди во нисконапонска разводна табла
- SPD заштита класа C

3. ТРАНСФОРМАТОРСКА СТАНИЦА (ДЕЛ ОД ПРИКЛУЧОКОТ)

3.1 Енергетски трансформатор

- Тип: маслен, запечатен
- Моќност: 2.500 kVA
- Напонски однос: 0,8 / 20 kV
- Врска: Dyn5
- Ладење: ONAN
- Напон на куса врска: 4 %

Трансформаторот служи за:

- покачување на напонот од инвертерскиот наизменична струја систем
- галванско раздвојување
- приклучување на СН мрежата

3.2 Среднонапонска постројка (20 kV)

- Типска метално-оклопена постројка со SF₆ изолација
- Состав:
 - влезно/излезни ќелии
 - трансформаторска ќелија
 - мерна ќелија (по барање на ЕВН)

- заштитна ќелија со релејна заштита

- Номинален напон: 36 kV
- Кусоспојна струја: 20 kA
- Номинална струја на собирници: 630 A

3.3 Приклучок кон дистрибутивната мрежа

- Среднонапонски кабел NA2XS(F)2Y
- Кабелски ров со песочна постелка и заштитна лента
- Кабловски завршници и спојници согласно IEC стандарди
- Приклучување во постојчка или нова СН трафостаница / далекувод на ЕВН

4. ЗАЗЕМЈУВАЊЕ И ГРОМОБРАНСКА ЗАШТИТА

- Мрежест заземјувач од FeZn 30×4 mm
- Заземјување на:
 - трансформатор
 - инвертери
 - метални конструкции
 - СИ и ШИ опрема
- Проектирана отпорност на заземјување: $R \approx 0,6 \Omega$
- Надворешна громобранска заштита со Френклинови стапови
- Ниво на заштита: Класа III (IEC 62305)

5. МЕРЕЊЕ И КОНТРОЛА

- Комерцијално мерење на 20 kV страна
- Мерење на активна и реактивна енергија
- Далечинско отчитување (систем за надзор и управување/AMR)
- Синхронизација со мрежата согласно Мрежен кодекс

6. ПРИКАЗ НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК

(ориентациони, адаптирани за Република Северна Македонија)

Забелешка: Цените се проценети врз основа на пазарни услови во РСМ (2024–2025), без ДДВ.

Бр.	Опис	Ед.	Кол.	Цена / ед. (€)	Вкупно (€)
1	Енергетски трансформатор 0,8/20 kV, 2.500 kVA	парче	1	85.000	85.000
2	СН типска постројка 20 kV (келни, заштита, мерење)	компл.	1	70.000	70.000
3	Нисконапонска разводна табла	компл.	1	25.000	25.000
4	СН кабел 20 kV со положување (≈1 km)	м	1.000	70	70.000
5	Кабловски ров, песок, ленти, земјени работи	компл.	1	20.000	20.000
6	Кабловски завршници и спојници 20 kV	компл.	1	10.000	10.000
7	Систем за заземјување и громобран	компл.	1	30.000	30.000
8	Проектирање, надзор, атести и мерења	компл.	1	15.000	15.000
9	Такса за приклучок (ЕВН – проценка)	компл.	1	40.000	40.000

♦ ВКУПНО (без ДДВ): ≈ 365.000 €

7. ЗАКЛУЧОК

Приклучокот на ФВЕ „Ижиште 2“ претставува комплексен електроенергетски зафат, кој ги опфаќа сите сегменти од производниот систем до среднонапонската дистрибутивна мрежа.

Трансформаторите, СН постројката, кабловските линии, заземјувањето и мерните системи се составен и неразделен дел од приклучокот, како технички така и финансиски.

54. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ФНЕЦ И БЕСС „ВОЛКОВО“

1. ОПШТ ТЕХНИЧКИ ОПИС НА ПРИКЛУЧОКОТ

Предмет на проектната документација е приклучување на фотонапонска електрана (ФЕЦ) „Волково“ со инсталирана моќност од 9,9 MW, заедно со батериски систем за складирање на електрична енергија (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) со моќност 9,9 MW, на електродистрибутивниот систем на среднонапонско ниво 10(20) kV.

Приклучувањето се реализира преку повеќе компактни типски трафостаници 0,8/10,5(21) kV, поставени во рамки на парцелата, со кабелска врска до дистрибутивната среднапонска мрежа, управувана од операторот на електродистрибутивниот систем (ЕВН).

2. НАПОНСКИ НИВОА И СИСТЕМ

Според идејните проекти :

- Писок напон (NN):
 - 0,8 kV (инверторска страна – ФЕЦ и БАТЕРИСКИ СИСТЕМ)
 - 0,4 kV (помошни и сопствени потреби)
- Среден напон (SN):
 - 10,5 kV / 21 kV (работен напон во согласност со мрежата)
- Фреквенција: 50 Hz
- Систем: трофазен
- Неутрала на СН: согласно режимот на дистрибутивната мрежа (изолирана или преку отпор)

3. КОНЦЕПТ НА ПРИКЛУЧОК КОН ЕЛЕКТРОДИСТРИБУТИВЕН СИСТЕМ

Приклучокот е реализиран преку следните функционални целини:

1. Фотонапонски низи и инвертори (еднонасочна струја/наизменична струја конверзија)
2. Нисконапонски развод (0,8 kV) во рамки на трафостаниците
3. Енергетски трансформатори 0,8/10,5(21) kV
4. Среднапонска постројка (10(20) kV) со мерна и запититна опрема
5. Кабелски приклучок до СН мрежа на операторот

Целокупната произведена и складирана електрична енергија се предава во СН дистрибутивната мрежа, преку примарна мерна трафостаница, додека останатите трафостаници се поврзани секундарно пред мерното поле .

4. ТРАФОСТАНИЦИ – СОСТАВЕН ДЕЛ ОД ПРИКЛУЧОКОТ

4.1 Тип и изведба

- Тип: компактни метални трафостаници
- Монтажа: надворешна, на бетонска подлога

- Управување: однадвор
- Намена: приклучок на ФЕЦ и БАТЕРИСКИ СИСТЕМ на СН мрежа

4.2 Состав на секоја трафостаница

Секоја трафостаница се состои од:

- NN дел – нисконапонски ормар (0,8 kV / 0,4 kV),
- Трансформаторски дел – трафо блок,
- SN дел – среднонапонски ќелии (доводна, мерна, спојна, резервна).

5. ЕНЕРГЕТСКИ ТРАНСФОРМАТОРИ

Според проектната документација :

- Номинални моќности (во зависност од блокот):
 - 1600 kVA, 1800 kVA, 2500 kVA, 3150 kVA
- Напонски однос: 0,8 / 10,5(21) kV
- Тип: трофазни, маслени или суви (според изведба)
- Намена:
 - трансформација на енергија од ФЕЦ,
 - трансформација на енергија од батериски систем.

Овие трансформатори претставуваат суштински и задолжителен дел од приклучокот кон електродистрибутивниот систем.

6. СРЕДНОНАПОНСКА ПОСТРОЈКА (10(20) kV)

- Метално-оклопени СИ ќелии за внатрешна монтажа
- Типични функции:
 - доводно поле,
 - мерно поле (енергија произведена/испорачана),
 - трансформаторско поле,
 - резервно поле.
- Преклучувачи: вакуумски
- Димензионирање на куса врска: 16 25 kA / 1 s

- Подготвеност за далечинско читање и управување (систем за надзор и управување по барање на операторот)

7. БАТЕРИСКИ СИСТЕМ И ИНТЕГРАЦИЈА

- Батериски единици: Weiheng 100 kW / 233 kWh
- Вкупно: 99 батерии
- Вкупна моќност: 9,9 MW
- Вкупен капацитет: 23,067 MWh
- наизменична струја напон: 400 V
- Приклучување:
 - преку посебни трансформатори,
 - независно од ФЕЦ, но во истата СН мрежа .

8. ЗАЗЕМЈУВАЊЕ, ЗАШТИТА И МЕРЕЊЕ

- Заземјувачка мрежа околу секоја трафостаница
- Запити:
 - надструјни,
 - земјослужбени,
 - напонски и фреквентни
- Мерење на произведена и предадена електрична енергија:
 - во примарна мерна СН ќелија
 - согласно барањата на операторот на дистрибутивниот систем

9. ПРИКАЗ НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК

(ориентациони, без ДДВ – Република Северна Македонија)

Напомена: Во трошоците се опфатени трафостаниците, трансформаторите и целата СН опрема, како дел од приклучокот.

Бр.	Опис	Количина	Вкупно (€)
1	Компактни трафостаници (SN/NN) со монтажа	3-4	900.000
2	Енергетски трансформатори (1600-3150 kVA)	лот	1.100.000
3	СН 10(20) kV постројка (келни, заштита, мерење)	лот	500.000
4	НН развод и ниверторски приклучоци	лот	300.000
5	Кабелски СН приклучок и завршници	лот	250.000
6	Заземјување, громобран и ПП заштита	лот	150.000
7	Испитувања, мерења и пуштање во работа	лот	150.000
8	Надомест за приклучок кон електродистрибутивен систем (ЕВИД)	лот	250.000

ВКУПНО ЗА ПРИКЛУЧОК (без ДДВ): $\approx 3.600.000$ €

10. ЗАКЛУЧОК

Приклучокот на ФЕЦ и БАТЕРИСКИ СИСТЕМ „Волково“ е реализиран како целосно функционален приклучок на електродистрибутивен систем 10(20) kV, при што:

- трафостаниците и енергетските трансформатори се интегрален дел од приклучокот,
- обезбедена е сигурна, мерлива и контролирана испорака на електрична енергија,
- решението е усогласено со техничките услови на дистрибутивниот оператор и важечките прописи во РСМ.

55. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ФНЕЦ „БАЛДОВЕНЦИ“**1. ОПШТ ТЕХНИЧКИ ОПИС НА ПРИКЛУЧОКОТ**

Фотонапонската електрична централа ФЕЦ „БАЛДОВЕНЦИ“ е голем произведен објект од обновливи извори, со:

- инсталирана еднонасочна струја моќност: 151,6 MWp,
- номинална наизменична струја моќност: 119,9 MW,

и согласно обемот и значењето на производството, приклучокот е предвиден на електропреносниот систем на 110 kV, кој е во надлежност на МЕРСО.

Приклучокот се реализира преку:

- внатрешна среднонапонска мрежа 33 kV,
- наменска трафостаница 110/33 kV,
- високонапонска 110 kV постројка со приклучок на постоечки 110 kV далековод.

2. КОНЦЕПТ НА ПРИКЛУЧУВАЊЕ КОН ЕЛЕКТРОПРЕНОСНИОТ СИСТЕМ**2.1 Општ концепт**

Произведената електрична енергија од фотонапонското поле се:

1. генерира како еднонасочна струја енергија,
2. се претвора во наизменична струја преку централни инвертори,
3. се трансформира на 33 kV преку блок-трансформатори,
4. се собира преку подземна 33 kV кабелска мрежа,
5. се подига на 110 kV во главната трафостаница,
6. се предава во електропреносната мрежа.

Овој концепт обезбедува:

- сигурен пренос на голема моќност,
- усогласеност со критериум N-1,
- стабилна и контролирана работа на системот.

3. ТРАФОСТАНИЦА 110/33 kV – ЦЕНТРАЛЕН ДЕЛ НА ПРИКЛУЧОКОТ**3.1 Наменска трафостаница**

За приклучување на ФЕЦ „Балдовенци“ се предвидува изградба на нова трафостаница 110/33 kV, лоцирана во рамки на проектната парцела.

3.2 Енергетски трансформатори

Предвидени се два паралелно поврзани енергетски трансформатори, со што се обезбедува резервираност и сигурност:

- Тип: трофазен, двонамотаен
- Номинална моќност: $2 \times 62,5$ MVA

- Напонски однос: 110 / 33 kV
- Векторска група: YNd5
- Ладење: ONAF (Oil Natural Air Forced)
- Номинална фреквенција: 50 Hz

Трансформаторите:

- се клучен и неразвоен дел од приклучокот,
- овозможуваат усогласување со напонското ниво на преносната мрежа,
- обезбедуваат стабилна испорака на активна и реактивна енергија.

4. 110 kV ВИСОКОНАПОНСКА ПОСТРОЈКА

4.1 Основни карактеристики

- Номинален напон: 110 kV
- Погонски напон: 123 kV
- Фреквенција: 50 Hz
- Краткотрајна струја на куса врска: до 40 kA / 1 s
- Директно заземјена неутрала

4.2 Состав

- Трансформаторско поле 110 kV
- Далеководно поле за приклучок кон постоечки 110 kV далековод
- SF₆ прекинувачи
- Расставувачи и заземјувачи
- Мерни трансформатори (СТ, НТ)
- Одводници на пренапон

5. 33 kV СРЕДНОНАПОНСКА ПОСТРОЈКА

- Внатрешна метално-оклопена постројка
- Вакуумски извлечивни прекинувачи
- Состав:
 - трансформаторски ќелии,

- изводни ќелии од внатрешната 33 kV мрежа,
- мерна ќелија,
- ќелија за сопствен трансформатор.
- резервни ќелии за идни проширувања.

6. ЗАЗЕМЈУВАЊЕ, ЗАШТИТА И УПРАВУВАЊЕ

- Мрежест заземјувач под целата трафостаница
- Отпорност на заземјување: $R < 1 \Omega$
- Громобранска заштита согласно ИЕС 62305
- Заштитни и управувачки релеа
- систем за надзор и управување систем за далечински надзор и управување
- Комерцијално мерење на 110 kV страна

7. ПРИКАЗ НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК

(ориентациони, без ДДВ, прилагодени за Република Северна Македонија)

Забелешка: Во трошоците е вклучен целосниот приклучок кон електропреносниот систем, при што трансформаторите и високотензијската опрема се составен дел од приклучокот.

Бр.	Опис	Кол.	Вкупно (€)
1	Енергетски трансформатори 110/33 kV, 2 × 62,5 MVA	2	2.400.000
2	110 kV примарна опрема (полиња, прекинувачи, СТ/НТ, одводници)	лот	1.800.000
3	33 kV метално-оклопена постројка	лот	700.000
4	Внатрешна 33 kV кабелска мрежа и приклучоци	лот	450.000
5	Системи за заштита, мерење и SCADA	лот	350.000
6	Заземјување и громобранска заштита	лот	150.000
7	Испитувања, атести и пуштање во работа	лот	250.000

ВКУПНО ЗА ПРИКЛУЧОК (без ДДВ): ≈ 6.100.000 €

8. ЗАКЛУЧОК

Приклучокот на ФЕЦ „Балдовенци“ претставува високонапонски електропреносен приклучок од голем обем, при што:

- приклучувањето се врши на 110 kV преносно ниво,
- енергетските трансформатори 110/33 kV се суштински и неразвоен дел од приклучокот,
- се обезбедува сигурна, стабилна и технички усогласена интеграција на централата во електроенергетскиот систем на Република Северна Македонија .

56. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БЕСС „МРШЕВЦИ 2“

1. ОПШТ ТЕХНИЧКИ ОПИС НА ПРИКЛУЧОКОТ

Складништето на електрична енергија БС „Мршевици 2“ е проектирано како батериски енергетски систем (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) кој се интегрира во постојна фотонапонска електрана ФЕЦ „Мршевици 2“.

Објектот има инсталирана моќност од 5.000 kW и е наменет за:

- складирање на електрична енергија,
- балансирање на производство и потрошувачка,
- испорака на системски услуги кон електродистрибутивната мрежа.

Приклучувањето се врши на среднонапонската електродистрибутивна мрежа 10(21)/20 kV, преку постоечка и проширена трафостаница на локацијата.

2. ПОСТОЕЧКА СОСТОЈБА НА ПРИКЛУЧОКОТ

Според проектната документација:

- Постоечката фотонапонска централа има инсталирана моќност од 4.530 kWp
- наизменична струја напон на инвертерска страна: 800 V
- Централата е приклучена на дистрибутивната мрежа преку трансформатор на 20 kV, со што е обезбедена испорака на електрична енергија во СИ мрежа .

3. ПРОШИРЕНА КОНФИГУРАЦИЈА – ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИОТ СИСТЕМ

3.1 Батериски систем (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ)

- Батериски модули со вграден BMS

- Модуларна конфигурација (сериско и паралелно поврзување)
- Инсталирана моќност на батерискиот систем: 2.500 – 5.000 kW
- Вкупен енергетски капацитет: ≈ 5 MWh

3.2 PCS – Power Conversion System

- 4 PCS уреди
- Поединечна моќност: 1.250 – 1.725 kW
- Двонасочна работа (полнење / празнење)
- наизменична струја напон: 0,69 kV
- Вградени заштити (OV/UV, OF/UF, anti-islanding)

4. ТРАНСФОРМАТОРИ – СОСТАВЕН ДЕЛ ОД ПРИКЛУЧОКОТ

За приклучување на батерискиот систем на среднонапонската мрежа, проектот предвидува нови енергетски трансформатори, кои се клучен елемент на приклучокот:

4.1 Основни технички карактеристики

- Тип: маслени енергетски трансформатори
- Напонски однос: 10,5(21) / 0,69 kV и 10,5(21) / 0,42 kV
- Моќност по трансформатор: 2.500 – 2.750 kVA
- Векторска група: Dyn5 / Dyn11
- Напон на куса врска: $U_k \approx 6 \%$
- Фреквенција: 50 Hz

Трансформаторите овозможуваат:

- подигање на напонот од PCS системот до СИ ниво,
- сигурна паралелна работа со електродистрибутивната мрежа,
- електрично раздвојување и стабилност на системот.

5. СРЕДНОНАПОНСКА ПОСТРОЈКА И ТОЧКА НА ПРИКЛУЧОК

- Среднонапонска метално-оклопена постројка 10(21)/20 kV
- Состав:

- доводна ќелија од ЕВН,
- трансформаторски ќелии (2–3),
- изводна ќелија,
- заштитни и мерни релеа
- Приклучување преку подземен СН кабел до точка на приклучок на операторот на дистрибутивниот систем (ЕВН)

6. ЗАЗЕМЈУВАЊЕ И ГРОМОБРАНСКА ЗАШТИТА

- Проширување на постоечкиот заземјувачки систем
- Поврзување на:
 - батериски контејнери,
 - PCS уреди,
 - трансформатори,
 - СН и НН постројки
- Проектирана отпорност: $R < 1 \, \Omega$
- Громобранска заштита согласно IEC 62305
- Единствен систем за потенцијално израмнување .

7. ПРИКАЗ НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК

(ориентациони, без ДДВ, адаптирани за Република Северна Македонија)

Забелешка: Во трошоците е вклучен целосниот приклучок кон електродистрибутивниот систем, при што трансформаторите се третираат како составен дел од приклучокот.

Бр.	Опис	Кол.	Вкупно (€)
1	Енергетски трансформатори 10(21)/0,69–0,42 kV, 2.500–2.750 kVA	3	210.000
2	Среднонапонска постројка 10(21)/20 kV (келни, заштита, мерење)	лот	120.000
3	PCS системи и АС поврзување до трансформатори	лот	90.000
4	СН кабелски линии и приклучок до ЕВН	лот	65.000
5	НН развод, ормари и кабли	лот	40.000
6	Пропирување на заземјување и громобран	лот	25.000
7	Испитувања, атести и пуштање во работа	лот	20.000
8	Надомест за приклучок кон ЕВН (проценка)	лот	30.000

ВКУПНО ЗА ПРИКЛУЧОК (без ДДВ): ≈ 600.000 €

8. ЗАКЛУЧОК

Приклучокот на БС „Мршевици 2“ претставува стандардизиран приклучок на среднонапонски електродистрибутивен систем, при што:

- трансформаторите се клучен и неразвоен дел од приклучокот,
- се обезбедува сигурна интеграција на батерискиот систем со постоечката ФЕЦ,
- приклучувањето е целосно усогласено со техничките услови на операторот на дистрибутивниот систем во Република Северна Македонија.

57. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БЕЕС „МРШЕВЦИ 1“

1. ОПШТ ТЕХНИЧКИ ОПИС НА ПРИКЛУЧОКОТ

Складиштето на електрична енергија БЕЕС „Мршевици 1“ е батериски енергетски систем (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) со инсталирана моќност од 2.500 kW, проскиран за интеграција во постоечка фотонапонска електрана ФЕЦ „Мршевици 1“.

Основната намена на системот е:

- складирање на електрична енергија произведена од ФЕЦ,

- подобрување на стабилноста и флексибилноста на работењето,
- испорака на електрична енергија и системски услуги кон електродистрибутивната мрежа.

Приклучувањето се врши на среднапонската дистрибутивна мрежа 10(21)/20 kV, преку постоечка точка на приклучок на операторот на дистрибутивниот систем (ЕВН).

2. ПОСТОЕЧКА СОСТОЈБА НА ПРИКЛУЧОКОТ

Според проектната документација:

- Постоечката фотонапонска централа има инсталирана моќност 2.567,6 kWp
- наизменична струја напон на инвертерска страна: 800 V
- ФЕЦ е приклучена на електродистрибутивната мрежа преку енергетски трансформатор на 20 kV, што овозможува испорака на електрична енергија во среднапонската мрежа .

3. ПРОШИРЕНА КОНФИГУРАЦИЈА – ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИОТ СИСТЕМ

3.1 Батериски систем (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ)

- Литиум-јонски батериски модули во контејнерска изведба
- Вкупен енергетски капацитет: ≈ 5.016 kWh
- Конфигурација: $6 \times 2P416S$ батериски низи
- Вграден BMS (Battery Management System) за контрола и безбедност

3.2 PCS – Power Conversion System

- 2 PCS уреди
- Номинална моќност по PCS: 1.250 – 1.725 kW
- Двонасочна работа (полнење/празнење)
- наизменична струја напон: 0,69 kV
- Вградени мрежни заштити (OV/UV, OF/UF, anti-islanding)

4. ТРАНСФОРМАТОРИ – СОСТАВЕН ДЕЛ ОД ПРИКЛУЧОКОТ

За приклучување на батерискиот систем на среднапонската дистрибутивна мрежа се предвидени енергетски трансформатори, кои се клучен и нераздвоен елемент на приклучокот.

4.1 Основни технички податоци

- Тип: маслен енергетски трансформатор

- Напонски однос: 20 / 0,69 kV и 10,5(21) / 0,42 kV
- Номинална моќност: 2.600 – 2.750 kVA
- Векторска група: Dyn5 / Dyn11
- Напон на куса врска: $U_k \approx 6 \%$
- Фреквенција: 50 Hz

Трансформаторите овозможуваат:

- подигање на напонот од PCS системот до СН ниво,
- галванско раздвојување,
- сигурна паралелна работа со електродистрибутивната мрежа.

5. СРЕДНОНАПОНСКА ПОСТРОЈКА И ТОЧКА НА ПРИКЛУЧОК

- Среднонапонска метално-оклопена постројка 10(21)/20 kV
- Состав:
 - доводна ќелија од ЕВН,
 - трансформаторски ќелии,
 - мерна ќелија,
 - заштитни релеа и прекинувачи
- Приклучување преку подземен среднонапонски кабел до постоечката точка на приклучок на ЕВН, како што е прикажано во еднополната шема во проектот .

6. ЗАЗЕМЈУВАЊЕ И ГРОМОБРАНСКА ЗАШТИТА

- Проширување на постоечкиот заземјувачки систем на ФЕЦ
- Заземјување на:
 - батериски контејнери,
 - PCS уреди,
 - трансформатори,
 - СН и НН опрема

- Проектирана отпорност на заземјување: $R < 1 \, \Omega$
- Постоечка громобранска заштита се проширува и за батерискиот систем, согласно IEC 62305 .

7. ПРИКАЗ НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК

(ориентациони, без ДДВ, прилагодени за Република Северна Македонија)

Забелешка: Трошоците се однесуваат на целосен приклучок на батерискиот систем кон електродистрибутивната мрежа, при што трансформаторите се сметаат како составен дел од приклучокот.

Бр.	Опис	Кол.	Вкупно (€)
1	Енергетски трансформатори 20/0,69 kV и 10(21)/0,42 kV, 2.600–2.750 kVA	2	150.000
2	Среднапонска постројка 10(21)/20 kV (келни, заштита, мерсње)	лот	90.000
3	PCS системи и АС поврзување до трансформатори	лот	70.000
4	СН кабелски линии и приклучување до ЕВН	лот	55.000
5	НН развод, ормари и кабли	лот	35.000
6	Проширување на заземјување и громобранска заштита	лот	20.000
7	Испитувања, атести и пуштање во работа	лот	15.000
8	Надомест за приклучок кон ЕВН (проценка)	лот	25.000

ВКУПНО ЗА ПРИКЛУЧОК (без ДДВ): $\approx 460.000 \, €$

8. ЗАКЛУЧОК

Приклучокот на БС „Мршевци 1“ претставува стандардизиран приклучок на среднапонски електродистрибутивен систем, при што:

- енергетските трансформатори се клучен и неразвоен дел од приклучокот,
- батерискиот систем е целосно интегриран со постоечката ФЕЦ,
- решението е усогласено со техничките и мрежните услови на операторот на дистрибутивниот систем во Република Северна Македонија .

58. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ФНЕЦ И ТС „ЕНЕРСОЛАР“**1. ОПШТ ТЕХНИЧКИ ОПИС НА ПРИКЛУЧОКОТ**

Проектот опфаќа приклучување на фотонапонски енергетски комплекс „ЕНЕРСОЛАР“ со вкупна инсталирана моќност од 35,5 MW, на електропреносниот систем на Република Северна Македонија, преку изградба на нова наменска трафостаница 110/20 kV „ЕНЕРСОЛАР“.

Трафостаницата претставува единствена и јасно дефинирана точка на приклучок помеѓу производниот објект и електропреносниот систем управуван од операторот на преносната мрежа (МЕПСО).

2. НАПОНСКИ НИВОА И СИСТЕМ

Според проектната документација :

- Висок напон (ВН): 110 kV
 - Номинално ниво: 123 kV
 - Фреквенција: 50 Hz
- Среден напон (СН): 20 kV
 - Номинално ниво: 24 kV
- Систем: трофазен,
- Неутрала на 20 kV: изолирана или заземена преку отпор, согласно мрежната политика на операторот.

3. КОНЦЕПТ НА ПРИКЛУЧОК КОН ЕЛЕКТРОПРЕНОСЕН СИСТЕМ

Приклучувањето се реализира преку следниве основни функционални целини:

1. 110 kV надворешен развод (двор) – еднобобинички систем
2. Силов трансформатор 110/20 kV
3. 20 kV метално-оклопена постројка (КРУ)
4. 110 kV далекуводно приклучно поле кон постоечката или планирана 110 kV мрежа

Ова решение овозможува:

- сигурна испорака на активна и реактивна моќност,
- исполнување на критериумот N-1,

- целосна усогласеност со мрежните правила на МЕРСО.

4. СИЛОВ ТРАНСФОРМАТОР – КЛУЧЕН ДЕЛ ОД ПРИКЛУЧОКОТ

4.1 Основни технички карактеристики

(според проектот)

- Тип: трофазен, маслен силов трансформатор
- Номинална моќност: 50 MVA
- Напонски однос: 110 / 20 kV
- Регулација на напон:
 - ОЛТС на 110 kV страна, $\pm 8 \times 1,25 \%$
- Векторска група: Dyn5 (или еквивалентна според мрежната филозофија)
- Напон на куса врска: $u_k \approx 12 \%$
- Ладење: ONAN / ONAF

Силовот трансформатор:

- претставува неразвоен дел од приклучокот,
- ја дефинира максималната моќност која може да се предаде во преносната мрежа,
- обезбедува галванско раздвојување и стабилност на системот.

5. 110 kV ВИСОКОНАПОНСКА ПОСТРОЈКА

5.1 Конфигурација

- Тип: надворешен 110 kV двор
- Систем: еднособирнички
- Полиња:
 - 2 $\times$ далекуводни полиња (L1, L2),
 - 1 $\times$ трансформаторско поле (T1),
 - 1 $\times$ резервно трансформаторско поле (T2),
 - 1 $\times$ мерно поле (MEAS).

5.2 Примарна опрема

- Преклучувачи 110 kV, 31,5 kA / 1 s, 2000 A, SF₆

- Раздвојувачи и заземјувачи со механички меѓузаклучувања
- Мерни трансформатори СТ и НТ
- Пренапонски одводници ZnO, $U_r \approx 96 \text{ kV}$

6. 20 kV СРЕДНОНАПОНСКА ПОСТРОЈКА

- Метално-оклопена КРУ 24 kV
- Еднособирички систем
- Состав:
 - трансформаторско влезно поле (TRF IN),
 - изводни 20 kV ќелии кон ФЕИЦ,
 - мерна/спојна ќелија
- Вакуумски прекинувачи
- Димензионирање на куса врска: 16–25 kA / 1 s .

7. ЗАЗЕМЈУВАЊЕ, ЗАШТИТА И УПРАВУВАЊЕ

- Мрежест заземјувач под целата трафостаница
- Проектирана отпорност: $R_g \leq 1-2 \ \Omega$
- Заштитни функции:
 - диференцијална заштита на трансформатор (87T),
 - надструјни и земјослужбени заштити,
 - напонски и фреквентни заштити,
- систем за надзор и управување систем и далечинско управување
- Комуникација според IEC 61850 / IEC 60870-5-104 .

8. ПРИКАЗ НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК

Напомена: Во трошоците е опфатен целосниот приклучок на електропреносен систем, при што силиовиот трансформатор и 110 kV постројката се третираат како составен дел од приклучокот.

Бр.	Опис	Кол.	Вкупно (€)
1	Силов трансформатор 110/20 kV – 50 MVA со OLTC	1	1.700.000
2	110 kV примарна опрема (полиња, CB, DS, CT, HT, LA)	лот	1.500.000
3	20 kV метално-оклопена постројка	лот	400.000
4	Градежни работи за ТС (двор, темелн, објектн)	лот	600.000
5	Заштита, управување и SCADA	лот	350.000
6	Заземјување и громобранска заштита	лот	200.000
7	Испитувања, пуштање во работа и атести	лот	250.000
8	Надомест за приклучок кон електропреносен систем (МЕПСО)	лот	400.000

ВКУПНО ЗА ПРИКЛУЧОК (без ДДВ): $\approx 5.400.000$ €

9. ЗАКЛУЧОК

Приклучокот на ФЕЦ „ЕНЕРСОЛАР“ преку трафостаница 110/20 kV претставува целосно технички и функционално дефиниран приклучок на електропреносниот систем, при што:

- силовиот трансформатор 110/20 kV е клучен и нераздвоен дел од приклучокот,
- обезбедена е сигурна и селективна интеграција во 110 kV мрежата,
- решението е усогласено со релевантните меѓународни и европски стандарди стандарди и мрежните правила на МЕПСО .

59. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ФНЕЦ И БЕСС „КАРАТМАНОВО 2“

1. ОПШТИ ТЕХНИЧКИ ОПИС НА ПРИКЛУЧОКОТ

Предмет на проектот е изградба и приклучување на:

- Фотонапонска електрана „КАРАТМАНОВО 2“ со инсталирана моќност од 1.100 kW, и
- Батериско складиште на електрична енергија (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) „КАРАТМАНОВО 2“ со инсталирана моќност од 1.100 kW,

лоцирани во КО Каратманово-вонград, Општина Лозово.

Приклучувањето е планирано на електродистрибутивниот систем на среднонапонско ниво 10,5(21) kV, преку наменска трафостаница 0,8/10,5(21) kV, изградена во рамки на локацијата и во сопственост на инвеститорот.

2. НАПОНСКИ НИВОА И РЕЖИМ НА РАБОТА

Според проектната документација :

- Писок напон (NN):
 - 0,8 kV – инверторска страна на ФЕЦ
 - 0,4 kV – батериски систем и сопствени потреби
- Среден напон (SN):
 - 10,5 / 21 kV – приклучок кон дистрибутивната мрежа
- Фреквенција: 50 Hz
- Систем: трофазен
- Режим на неутрала: согласно режимот на СН мрежата на операторот (изолирана или заземена преку отпор)

3. КОНЦЕПТ НА ПРИКЛУЧОК КОН ЕЛЕКТРОДИСТРИБУТИВЕН СИСТЕМ

Произведената и складираната електрична енергија се приклучува во дистрибутивната мрежа преку следниве функционални целини:

1. ФВ панели и пнвертори (еднонасочна струја/наизменична струја конверзија)
2. Нисконапонски развод (0,8 kV / 0,4 kV)
3. Енергетски трансформатор 0,8/10,5(21) kV
4. Среднонапонска постројка 10(20) kV
5. Кабелски приклучок до постоечки СН вод на операторот

Овој концепт овозможува:

- сигурна и селективна работа,
- јасно дефинирана мерна точка,
- независна работа на ФЕЦ и БАТЕРИСКИ СИСТЕМ во рамки на ист приклучок.

4. НАМЕНСКА ТРАФОСТАНИЦА – КЛУЧЕН ДЕЛ ОД ПРИКЛУЧОКОТ

4.1 Тип и изведба

- Тип: компактна трафостаница
- Монтажа: надворешна, на бетонска подлога
- Пристап: однадвор
- Локација: во рамки на градежната парцела

4.2 Состав

Трафостаницата содржи:

- Нисконапонски дел – NN разводни ормари
- Трансформаторски дел
- Среднонапонски дел – метално-оклопени СН ќелии

5. ЕНЕРГЕТСКИ ТРАНСФОРМАТОР

Според Основниот проект :

- Номинална моќност: 1.400 kVA
- Напонски однос: 0,8 / 10,5(21) kV
- Тип: трофазен, маслен
- Векторска група: Dyn11
- Ладење: ONAN
- Намена:
 - трансформација на енергијата од ФЕЦ,
 - приклучување на батерискиот систем кон СН мрежата.

Овој трансформатор е суштински и неразвоен дел од приклучокот кон електродистрибутивниот систем.

6. СРЕДНОНАПОНСКА ПОСТРОЈКА 10(20) kV

- Метално-оклопена постројка за внатрешна монтажа
- Состав:
 - доводно поле,
 - трансформаторско поле,
 - мерно поле,
- Прекинувачи: вакуумски
- Номинална куса струја: 16–20 kA / 1 s
- Подготвеност за далечинско читање и управување (по услови на операторот)

7. БАТЕРИСКИ СИСТЕМ И ПРИКЛУЧОК

Според Идејниот проект :

- Инсталирана моќност: 1.100 kW
- Батериски модули: 11 единици $\times$ 100 kW
- наизменична струја напон: 400 V
- Приклучување:
 - преку посебен NN развод,
 - заеднички трансформатор со ФЕЦ,
 - синхронизирана интеракција со дистрибутивната мрежа (полнење/празнење).

8. ЗАЗЕМЈУВАЊЕ, ЗАШТИТА И МЕРЕЊЕ

- Мрежест заземјувач околу трафостаницата
- Проскрипана отпорност: $R \leq 1 \Omega$
- Заштитни функции:
 - надструјни и земјослужбени,
 - напонски и фреквентни,
 - анти-островување,
- Мерење на електрична енергија:
 - во СН мерно поле,
 - согласно барањата на операторот на дистрибутивниот систем.

9. ПРИКАЗ НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК

Напомена: Во трошоците се опфатени сите елементи неопходни за приклучок, при што трафостаницата и енергетскиот трансформатор се целосно вклучени.

Бр.	Опис	Кол.	Вкупно (€)
1	Компактна трафостаница (SN/NN)	1	110.000
2	Енергетски трансформатор 0,8/10,5(21) kV – 1.400 kVA	1	70.000
3	СН 10(20) kV постројка (келин, заштита, мерење)	лот	60.000
4	НН разводи за ФЕЦ и БАТЕРИСКИ СИСТЕМ	лот	45.000
5	СП кабелски приклучок до мрежа на операторот	лот	55.000
6	Заземјување и громобранска заштита	лот	20.000
7	Испитувања, мерења и пуштање во работа	лот	20.000
8	Надомест за приклучок кон електродистрибутивен систем	лот	25.000

ВКУПНО ЗА ПРИКЛУЧОК (без ДДВ): ≈ 405.000 €

10. ЗАКЛУЧОК

Приклучокот на ФЕЦ и БАТЕРИСКИ СИСТЕМ „КАРАТМАНОВО 2“ е проектиран како целосен и функционален приклучок на електродистрибутивен систем 10(20) kV, при што:

- енергетскиот трансформатор и трафостаницата се интегрален дел од приклучокот,
- обезбедена е сигурна, мерлива и контролирана испорака и апсорпција на електрична енергија,
- решението е усогласено со важечките технички прописи и практиката на операторот на електродистрибутивниот систем во Република Северна Македонија .

60. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БЕСС „ЛОПАТЕ“**1. ОПШТ ТЕХНИЧКИ ОПИС НА ПРИКЛУЧОКОТ**

Батерискиот систем за складирање на електрична енергија БЕСС „Лопате“ е проектиран како голем систем за системски услуги и балансирање на мрежата, со следни основни параметри:

- Нето наизменична струја моќност: 20 MW
- Нето енергетски капацитет: 40 MWh
- Бруто инсталирана енергија: 50 MWh
- Напон на приклучок: 35 kV

Со оглед на инсталираната моќност и намената, приклучувањето е предвидено на електропреносниот систем преку 35 kV мрежа, со посредна трансформација кон повисоко напонско ниво во рамки на преносната инфраструктура (110/35 kV ТС на МЕПСО).

2. КОНЦЕПТ НА ПРИКЛУЧОК КОН ЕЛЕКТРОПРЕНОСЕН СИСТЕМ

Приклучокот се реализира преку 35 kV среднонапонска колекторска мрежа, која претставува приклучна точка кон електропреносниот систем. Концептот е следен:

1. Батериските контејнери произведуваат/апсорбираат еднонасочна струја енергија
2. еднонасочна струја енергијата се конвертира во наизменична струја преку PCS контејнери
3. наизменична струја напонот се подига преку интегрирани степ-ап трансформатори 0,55/35 kV
4. Сите PCS единици се собираат во 35 kV расклопна постројка (RMU / GIS)
5. Испорака/преземање на енергија кон 35 kV мрежата на МЕПСО

Овој концепт обезбедува:

- висока флексибилност,
- целосна усогласеност со мрежните кодекси,
- можност за N-1 работа и идно проширување.

3. БАТЕРИСКИ И PCS СИСТЕМ (КОНТЕКСТ НА ПРИКЛУЧОКОТ)**3.1 Батериски контејнери**

- Тип: CATL TENER
- Број: 8 контејнери
- Енергија по контејнер: 6,25 MWh
- Вкупна бруто енергија: 50 MWh
- Работен еднонасочна струја напон: до 1500 V

3.2 PCS контејнери со интегриран трансформатор

- Тип: SUNGROW SC5000UD-MV
- Број: 4 PCS контејнери
- Моќност по PCS: 5 MW / 5,5 MVA
- Излезен наизменична струја напон: 35 kV
- PCS содржи вграден степ-ап трансформатор, кој е директен дел од приклучокот .

4. ЕНЕРГЕТСКИ ТРАНСФОРМАТОРИ – КЛУЧЕН ДЕЛ ОД ПРИКЛУЧОКОТ

4.1 Степ-ап трансформатори во PCS

Секој PCS контејнер има сопствен трансформатор со следни карактеристики:

- Номинална моќност: 5,5 MVA
- Напонски однос: 0,55 / 35 kV
- Векторска група: YNd11
- Ладење: ONAN
- Краткоспојна импеданса: $\approx 8 \%$
- Фреквенција: 50 Hz

Овис трансформатори:

- овозможуваат директен приклучок на 35 kV преносна мрежа,
- претставуваат основен елемент на приклучокот, без кој не е возможна интеграција во системот.

5. 35 kV РАСКЛОПНА ПОСТРОЈКА И ПРИКЛУЧОК

- Тип: 35 kV RMU / метално-оклопена постројка
- Состав:
 - PCS изводни полиња (8 фидери),
 - собирничко поле,
 - мерно-заштитно поле кон преносната мрежа,
- Номинална струја по фидер: ≈ 90 A
- Кабли: NA2XS(F)2Y 18/30 kV, $1 \times 185 \text{ mm}^2$ Al, положени во земја (trefoil), како што е пресметано во проектот .

6. ЗАЗЕМЈУВАЊЕ, ЗАШТИТА И УПРАВУВАЊЕ

- Мрежест заземјувач под целата локација
- Проектирана отпорност: $R_g < 1 \Omega$
- Заштити:
 - 50/51, 50N/51N,
 - 27/59, 81O/81U,
 - анти-островување преку PCS,
- систем за надзор и управување и комуникација со диспечерски центар на МЕПСО
- Усогласеност со IEC 61936-1, IEC 60364, IEC 62933 .

7. ПРИКАЗ НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК

(ориентациони, без ДДВ, адаптирани за Република Северна Македонија)

Забелешка: Трошоците се однесуваат исклучиво на приклучокот кон електропреносниот систем, при што трансформаторите се сметаат како составен дел од приклучокот.

Бр.	Опис	Кол.	Вкупно (€)
1	Степ-ап трансформатори 0,55/35 kV – 5,5 MVA (во PCS)	4	1.200.000
2	PCS контејнери – приклучен дел (MV страна)	лот	900.000
3	35 kV расклопна постројка (RMU/GIS)	лот	600.000
4	35 kV кабелски системи и приклучок до МЕПСО	лот	450.000
5	Заштита, мерење и SCADA интеграција	лот	300.000
6	Заземјување и громобранска заштита	лот	180.000
7	Испитувања, пуштање во работа и атести	лот	250.000
8	Надомест за приклучок кон електропреносен систем	лот	400.000

ВКУПНО ЗА ПРИКЛУЧОК (без ДДВ): $\approx 4.280.000 \text{ €}$

8. ЗАКЛУЧОК

Приклучокот на БЕСС „Лопате“ претставува целосно дефиниран приклучок на електропреносниот систем на 35 kV, при што:

- енергетските трансформатори 0,55/35 kV се суштински и неразвоен дел од приклучокот,
- приклучувањето е усогласено со техничките и мрежните услови на МЕРСО,
- системот овозможува сигурна, флексибилна и контролирана интеракција со преносната мрежа.

61. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ФНЕЦ И БЕСС „КАРАТМАНОВО 3“

1. ОПШТ ТЕХНИЧКИ ОПИС НА ПРИКЛУЧОКОТ

Проектот опфаќа изградба и приклучување на:

- Фотонапонска електрана „КАРАТМАНОВО 3“ со инсталирана моќност од 4.500 kW, и
- Складиште на електрична енергија (БЕСС) „КАРАТМАНОВО 3“ со инсталирана моќност од 4.000 kW,

лоцирани во КО Каратманово-вонград, Општина Лозово.

Приклучувањето е предвидено на електродистрибутивниот систем на среднонапонско ниво 10(20) kV, преку две наменски трафостаници, изградени во рамки на локацијата и во сопственост на инвеститорот.

2. КОНЦЕПТ НА ПРИКЛУЧОК КОН ЕЛЕКТРОДИСТРИБУТИВЕН СИСТЕМ

2.1 Основен принцип

Произведената и складираната електрична енергија:

1. се собира на нисконапонско ниво (0,8 / 0,4 kV),
2. се трансформира на среднонапонско ниво 10,5(20) kV,
3. се испорачува во среднонапонската мрежа на операторот на електродистрибутивниот систем (ЕВН) преку кабелски приклучок.

Точката на приклучок е дефинирана на 10 kV извод од постојна или поволанапрана дистрибутивна мрежа, согласно техничките услови на операторот.

3. НАМЕНСКИ ТРАФОСТАНИЦИ (КЛУЧЕН ДЕЛ ОД ПРИКЛУЧОКОТ)

Проектот предвидува две наменски трафостаници, кои претставуваат централен и неразвоен дел од приклучокот.

3.1 Трафостаница 1 – за ФВЕ „КАРАТМАНОВО 3“

- Број на трансформатори: 2
- Номинални моќности:
 - $1 \times 3.150 \text{ kVA}$
 - $1 \times 2.000 \text{ kVA}$
- Напонски однос: 0,8 / 10,5(20) kV
- Тип: трофазни, маслени
- Векторска група: Dyn11
- Намена:
 - трансформација на енергијата од ФВЕ,
 - директна испорака во СН дистрибутивната мрежа.

3.2 Трафостаница 2 – за БАТЕРИСКИ СИСТЕМ „КАРАТМАНОВО 3“

- Поврзување на батерискиот систем преку:
 - енергетски трансформатор 0,4 / 10,5(20) kV
- Батериски модули:
 - ТС 1: 22 батерии $\times 100 \text{ kW}$
 - ТС 2: 18 батерии $\times 100 \text{ kW}$
- Функција:
 - полнење и празнење на батерискиот систем,
 - интеракција со дистрибутивната мрежа (апсорпција и испорака).

Сите трансформатори се составен дел од приклучокот, бидејќи без нив не е возможна усогласеност на напонските нивоа со мрежата .

4. СРЕДНОНАПОНСКА (10/20 kV) ПОСТРОЈКА

- Метално-оклопна СН постројка
- Номинален напон: 10(20) kV
- Состав:

- трансформаторски келли,
- изводна келија кон ЕВН,
- мерна келија,
- Вакуумски прекинувачи и СН заштитни уреди,
- Можност за селективно исклучување и N-1 работа.

5. ПИСКОПАПОПСКА СТРАНА

- наизменична струја разводни ормари за ФВЕ инвертори,
- PCS/инвертерски ормари за батерискиот систем,
- Заштита од краток спој и преоптоварување,
- Кабелски разводни до трансформаторите.

6. ЗАЗЕМЈУВАЊЕ, ЗАШТИТА И УПРАВУВАЊЕ

- Мрежест заземјувач за сите трафостаници и опрема,
- Проектирана отпорност: $R \leq 1 \Omega$,
- Заштити:
 - надструјни и земјослужбени,
 - напонски и фреквентни,
 - анти-островување (за ФВЕ и БАТЕРИСКИ СИСТЕМ),
- Локално управување и можност за далечински надзор (систем за надзор и управување),
- Усогласеност со ПЕС и национални прописи .

7. ПРИКАЗ НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК

(ориентациони, без ДДВ, прилагодени за Република Северна Македонија)

Забелешка: Приказот ги опфаќа сите елементи потребни за приклучок кон електродистрибутивниот систем, при што енергетските трансформатори и трафостаниците се целосно вклучени во трошокот за приклучок.

Бр.	Опис	Кол.	Вкупно (€)
1	Енергетски трансформатори (3.150 + 2.000 + БАТЕРИСКИ СИСТЕМ)	3	420.000
2	Објекти за трафостаници и монтажа	лот	180.000
3	СН метално-оклопена постројка 10(20) kV	лот	160.000
4	СН кабелски приклучок до мрежа на ЕВН	лот	140.000
5	НН разводи, PCS и AC каблови (дел од приклучок)	лот	120.000
6	Заземјување и громобранска заштита	лот	60.000
7	Заштита, мерење и SCADA интеграција	лот	80.000
8	Испитувања, атести и пуштање во работа	лот	60.000
9	Надомест за приклучок кон ЕВН (проценка)	лот	70.000

ВКУПНО ЗА ПРИКЛУЧОК (без /ЦДВ): ≈ 1.290.000 €

8. ЗАКЛУЧОК

Приклучокот на ФВЕ и БАТЕРИСКИ СИСТЕМ „КАРАТМАНОВО 3“ претставува целосно дефиниран приклучок на електродистрибутивен систем на среднапонско ниво, при што:

- енергетските трансформатори и трафостаниците се суштински и неразвоен дел од приклучокот,
- обезбедена е сигурна, селективна и стабилна работа на системот,
- решението е усогласено со техничките услови и практика на операторот на електродистрибутивниот систем во Република Северна Македонија .

62.АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ФОТОНАПОНСКА ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА „ГРС“

1. ОПШТИ ТЕХНИЧКИ ОПИС НА ПРИКЛУЧОКОТ

Фотонапонската електроцентрала „ГРС“ ќе се приклучи на 110 kV преносната мрежа на МЕПСО. На предметната локација е предвиден и резервиран простор за изградба на централна трафостаница 110/33 kV, чиј концепт, конфигурација и технички решенија се усогласени со операторот на преносната мрежа.

Централната трафостаница ќе биде изведена со еден енергетски трансформатор 33/110 kV со номинална моќност од 60 MVA, наменет за трансформација на електричната енергија произведена од фотонапонските центри и нејзино предавање во 110 kV преносната мрежа.

Трафостаницата е планирана со следнава основна поставеност:

- едно (1) излезно 110 kV далекуводно поле,
- едно (1) трансформаторско поле 110/33 kV,
- седум (7) влезни 33 kV далекуводни полиња за приклучок на централните инвертори.

Во трафостаницата 110/33 kV ќе се приклучат сите централни инвертори од фотонапонските електроцентрали на Инвеститорот кои се планирани на оваа локација или во рамки на истиот енергетски комплекс. Приклучувањето ќе се реализира на 33 kV напонско ниво, со централизирано собирање на произведената електрична енергија.

Инверторски систем

Фотонапонската електроцентрала ќе користи централен инверторски систем, со поединечни инверторски единици со номинална моќност од:

- 6.600 kW,
- 8.800 kW.

наизменична струја излезниот напон од инверторите изнесува 0,63 kV, при што секој централен инвертор ќе биде опремен со сопствен трифазен трансформатор 0,63/35 kV. По трансформацијата, електричната енергија се доведува и се приклучува директно на 33 kV страна во трафостаницата 110/33 kV, преку соодветни далекуводни полиња со заштитни, мерни и управувачки уреди.

Приклучок на 110 kV мрежа

110 kV далекуводното поле од трафостаницата ќе биде приклучено на 110 kV далекувод со единична должина од x km, кој обезбедува врска со постојната преносна мрежа и понатаму со 440/110 kV трансформаторска станица во електроенергетскиот систем.

Точката и начинот на приклучок на 110 kV мрежата ќе бидат дефинирани од страна на МЕПСО во постапката за издавање на услови за приклучок, согласно важечките технички прописи, Мрежен кодекс и релевантните меѓународни и европски стандарди стандарди.

Приказ на трошоци за приклучок

1. Трансформатори

Ставка	Опис	Проценета цена (€)
Енергетски трансформатор	33/110 kV, 60 MVA – набавка, транспорт, монтажа	2.500.000 – 3.200.000
Инверторски трансформатори	0,63/35 kV (за 6.6 MW и 8.8 MW единици)	900.000 – 1.400.000
110 kV разводно постројување	Прекинувачи, разделувачи, мерни ТТ/ТП	900.000 – 1.300.000
33 kV разводно постројување	7 далекуводни полиња со заштита и мерење	700.000 – 1.000.000
Градежни и монтажни работи	Темели, објекти, кабелски канали, заземјување	500.000 – 800.000

2. Далекуводни системи

Ставка	Опис	Проценета цена (€)
110 kV далекувод	x km, столбови, проводници, монтажа	120.000 – 180.000 €/km
Заштита и SCADA	Релејна заштита, далечински надзор и управување	250.000 – 400.000
Систем за заземјување и громобранска заштита	Комплетно решение	80.000 – 150.000

3. Проектирање и пуштање во работа

Ставка	Опис	Проценета цена (€)
Проектирање и ревизија	Основен и изведбен проект	150.000 – 250.000
Надзор и тестирање	Функционални и приемни тестови	80.000 – 120.000

Вкупна проценка на трошоци

- Вкупен трошок без 110 kV далекувод:
≈ 6.0 – 8.5 милиони €

- Вкупен трошок со 110 kV далекувод:
 $\approx 6.0 - 8.5$ милиони € + $(x \times 120.000 - 180.000 \text{ €})$

63. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА СКЛАДИШТЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА – ДАБУР

Инвестицијата опфаќа изградба на нова збирна трафостаница 33/110 kV „БС Дабур 1“ и целокупната придружна инфраструктура потребна за сигурен и технички усогласен приклучок на батерискиот систем за складирање на електрична енергија БС Дабур 1 на 110 kV преносната мрежа на АД МЕПСО.

Новата трафостаница ќе биде реализирана како надворешна, воздушно изолирана (AIS) постројка, со еден енергетски трансформатор 110/33 kV и едно 110 kV далекуводно поле, како и командно-контролен објект (ККО) за сместување на целокупната секундарна, управувачка и заштитна опрема.

Проектот предвидува:

- трансформација на електричната енергија од 33 kV на 110 kV,
- приклучување на батерискиот систем и поврзување со преносната мрежа,
- обезбедување на сигурна работа, далечинско управување и целосна заштита согласно Мрежен кодекс, меѓународни и европски стандарди стандарди и техничките барања на МЕПСО.

Приклучокот на новата ТС 33/110 kV „БС Дабур 1“ ќе се реализира преку нов радијален 110 kV кабелски вод до постојната ТС 400/110 kV „Дуброво“, како и со изградба и опремување на ново 110 kV далекуводно поле во рамки на ТС „Дуброво“, согласно Студијата за приклучок изработена од АД МЕПСО.

Изградбата на трафостаницата претставува капитално-интензивна и технички сложена инвестиција, која вклучува координација на градежни, електро-машински и електро-инсталациски работи, набавка и монтажа на високоенергетска опрема и реализација на сите активности поврзани со тестирање и пуштање во работа.

Вкупното времетраење на изградбата на ваков тип трафостаница се проценува на 9 до 12 месеци, во зависност од динамиката на набавка на опремата и теренските услови.

ПРИКАЗ НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК

1. Енергетска трансформација

Опис	Проценет трошок (€)
Енергетски трансформатор 110/33 kV, 62.5 MVA, ONAN/ONAF, OLTC, комплетна заштита	2.800.000 3.500.000
Транспорт, монтажа, масло и тестирање	200.000 – 300.000
АБ фундамент и маслена јама	180.000 – 250.000

Вкупно: 3.200.000 – 4.050.000 €

2. 110 kV разводно постројување – едно поле

Опис	Проценет трошок (€)
SF ₆ прекинувач 123 kV	300.000 – 450.000
Раставувачи со заземјувачи	180.000 – 260.000
Струјни мерни трансформатори	120.000 – 180.000
Напонски мерни трансформатори	90.000 – 140.000
МО одводници, изолатори, примарни врски	140.000 – 210.000
Челични конструкции, темели, монтажа	300.000 – 440.000

Вкупно: 1.130.000 – 1.840.000 €

3. Командно-контролен објект (ККО)

Опис	Проценет трошок (€)
Градежни работи и инсталации	350.000 – 500.000
СН, АС/ДС развод и батериски систем	180.000 – 280.000
Заштита, управување, мерење, SCADA	250.000 – 400.000
Климатизација и ГПП заштита	70.000 – 120.000

Вкупно: 850.000 – 1.300.000 €

4. Дизел агрегат и помошни системи

Опис	Проценет трошок (€)
Дизел агрегат со фундамент и тестирање	160.000 – 260.000

5. Градежни работи во кругот на ТС

Опис	Проценет трошок (€)
Земјени работи и одводнување	150.000 – 220.000
Сообраќајници и партерно уредување	120.000 – 180.000
Ограда, порти, безбедност	80.000 – 120.000
Систем за заземјување	120.000 – 180.000

Вкупно: 470.000 – 700.000 €

6. 110 kV кабелски вод и приклучок во ТС „Дуброво“

Опис	Проценет трошок
110 kV кабелски вод	250.000 – 350.000 €/km
Кабелски завршници и приклучување	150.000 – 250.000
Ново 110 kV поле во ТС Дуброво	900.000 – 1.300.000

7. Проектирање, надзор и пуштање во работа

Опис	Проценет трошок (€)
Проектирање, ревизија и надзор	320.000 – 480.000
Тестирање и прием	100.000 – 150.000

ВКУПНА ВРЕДНОСТ НА ИНВЕСТИЦИЈАТА

- ♦ Без 110 kV кабелски вод:

≈ 6.2 – 8.1 милиони €

- ♦ Со 110 kV кабелски вод до ТС „Дуброво“:

≈ 6.2 – 8.1 милиони € + (должина × 250.000 – 350.000 €/km) + 0.9 – 1.3 милиони €

**64. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА ЕНЕРГО Р ГРУП ДОО - ФВЦ
ТЕНОВО 6 СО ИНТЕГРИРАН БАТЕРИСКИ СИСТЕМ**

Приклучокот на фотонапонската електрична централа и придружните потрошувачи се изведува преку две новопроектирани 10/0,4 kV трафостаници (TS1 и TS2), кои овозможуваат сигурно напојување, интеграција на обновливи извори на енергија и складирање на електрична енергија. Трафостаниците се дел од приклучокот и се проектирани во согласност со важечките технички прописи и мрежни правила на операторот на дистрибутивниот систем.

Приклучувањето на фотонапонската електрична централа на дистрибутивната електроенергетска мрежа претставува клучен чекор за предавање на произведената електрична енергија. Планираниот систем за приклучување е дизајниран да ги задоволи сите технички барања, стандарди и мрежни правила на операторот на дистрибутивниот систем.

Точката на приклучување на централата е предвидена на постоечката среднонапонска (СН) дистрибутивна мрежа, на напонско ниво од 10,5 kV или 21 kV, во зависност од најблиската технички прифатлива точка за поврзување. Поврзувањето се реализира преку соодветно СН далекуводно или кабловско поле, опремено со заштитна, мерна и прекинувачка опрема.

Електричната енергија произведена од фотонапонските модули, преку инверторите, е на нисконапонско ниво од 800 V. За да се овозможи нејзино предавање во среднонапонската мрежа, предвидена е трансформација на напонот преку трафостаници со инсталирана моќност од по 2000 kVA. Трансформаторите се 800 V / 10,5 kV (или 21 kV) и се составен дел од приклучокот, при што нивната моќност е димензионирана согласно инсталираната моќност на фотонапонската електрана и условите за приклучување.

Поставеноста на секоја трафостаница е следна:

- едно влезно среднонапонско поле со прекинувач, заштита и мерна опрема,
- едно трансформаторско поле со енергетски трансформатор од 2000 kVA,
- едно нисконапонско разводно поле (800 V / 0,4 kV) со изводи кон инверторите, батерискиот систем и помошните потрошувачи.

Во рамките на системот е предвиден интегриран батериски систем за складирање на електрична енергија, изведен во контејнерска изведба. Батерискиот систем е поврзан на нисконапонската страна и овозможува складирање на вишокот произведена електрична енергија од фотонапонската електрана, покривање на врвни оптоварувања, подобрување на стабилноста на напонот и зголемување на флексибилноста на работењето на системот.

Проценка на трошоци за приклучок

Бр.	Опис на ставка	Количина	Единска цена (EUR)	Вкупно (EUR)
1	Енергетски трансформатори 800 V / 10,5–21 kV, 2000 kVA	2	85.000	170.000
2	Комплетна трафостаница (градежни работи + СН и III опрема, без трансформатор)	2	50.000	100.000
3	Среднапонска опрема (СН полиња, прекинувачи, заштита, мерење)	1 компл.	45.000	45.000
4	Нисконапонска разводна опрема 0,4 kV	1 компл.	30.000	30.000
5	Инвертори и НН приклучна опрема	1 компл.	40.000	40.000
6	Фотоволтаична опрема за приклучок	1 компл.	35.000	35.000
7	Батериски систем за складирање (контејнер, батерии, PCS)	1 компл.	120.000	120.000
8	Монтажа, каблирање, тестирање и пуштање во работа	1 компл.	25.000	25.000

Вкупно: ≈ 565.000 EUR

65. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА ТЕССА ГРУП (СТЕНКОВЕЦ)**1. ОПШТ ТЕХНИЧКИ ОПИС НА ПРИКЛУЧОКОТ**

Трафостаницата ТС „СТЕНКОВЕЦ“ 35/110 kV претставува јазолна електроенергетска точка преку која производниот енергетски капацитет (батериска централа / обновлив извор) се приклучува кон преносниот електроенергетски систем.

Основната намена на трафостаницата е:

- трансформација на напон од 35 kV на 110 kV и обратно,
- сигурен и контролиран пренос на електрична енергија,
- обезбедување на заштита, мерење и управување согласно важечките мрежни правила.

2. КОНЦЕПТ НА ПРИКЛУЧУВАЊЕ

Приклучувањето на преносниот систем се врши преку 35 kV и 110 kV постројки, кои се составен дел од трафостаницата.

2.1 110 kV високонапонска постројка

- Надворешна, воздушно изолирана постројка
- Номинален напон: 110 kV
- Погонски напон: 123 kV
- Номинална фреквенција: 50 Hz
- Краткотрајна струја на куса врска: до 40 kA / 1 s
- Директно заземјена неутрална точка

Состав на 110 kV постројката:

- 1 трансформаторско поле 35/110 kV
- 2 далеководни/кабелски полиња за приклучок кон постоечки 110 kV далековод
- Цевасти алуминиумски собирници
- SF₆ прскинувачи, раставувачи и заземјувачи
- Комбинирани мерни трансформатори (КПТ)
- Одводници на пренапон

2.2 Трансформација на напон – клучен дел од приклучокот

Енергетски трансформатори

- Тип: трофазен, двонамотаен
- Напонски однос: 35/110 kV
- Номинална моќност: 62,5 MVA
- Ладење: ONAN / ONAF
- Регулација на напон под товар (OLTC)

Трансформаторите се централен елемент на приклучокот, бидејќи без нив не е можно усогласување на напонските нивоа помеѓу производниот објект и мрежата

2.3 35 kV среднонапонска постројка

- Внатрешна постројка сместена во Командно-контролен објект (ККО)
- Номинален напон: 35 kV
- Вакуумски извлечиви прекинувачи
- Металноокопчени, типски тестиран келпи

Состав:

- Изводни келпи
- Трансформаторски келпи
- Мерна келија
- Келија за сопствен трансформатор
- Резервни келпи за идни проширувања

3. СИСТЕМИ ЗА НАПОЈУВАЊЕ, ЗАШТИТА И УПРАВУВАЊЕ

3.1 Сопствено напојување

- Домашен трансформатор 35/0,4 kV
- Дизел агрегат за резервно напојување
- наизменична струја напон: 400/230 V
- еднонасочна струја напон: 220 V еднонасочна струја (батериски системи)

3.2 Секундарна опрема

- Заштитни и управувачки релеа
- Систем за далечински надзор и управување (систем за надзор и управување)
- Комерцијално и техничко мерење на енергија

4. ЗАЗЕМЈУВАЊЕ И ГРОМОБРАНСКА ЗАШТИТА

- Мрежест заземјувач под целата трафостаница
- Заземјување на:
 - трансформатори
 - примарна и секундарна опрема
 - метални конструкции
- Проектирана отпорност: $R < 1 \Omega$
- Громобранска заштита согласно IEC 62305

5. ПРИКАЗ НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК

Забелешка: Трошоците се однесуваат на приклучок преку ТС 35/110 kV, каде трансформаторите, постројките и целокупната примарна опрема се дел од приклучокот.

Бр.	Опис	Кол.	Ед. цена (€)	Вкупно (€)
1	Енергетски трансформатор 35/110 kV, 62,5 MVA	1	1.200.000	1.200.000
2	110 kV примарна опрема (полиња, прекинувачи, КИП, одводици)	лот	—	850.000
3	35 kV металнооклучена постројка (келни, заштита, мерење)	лот	—	450.000
4	Домашен трансформатор 35/0,4 kV + дизел агрегат	лот	—	120.000
5	Командно-контролен објект (ККО) – електро дел	лот	—	180.000
6	Заземјување и громобранска заштита	лот	—	90.000
7	Кабловски системи, секундарна опрема, SCADA	лот	—	160.000
8	Проектирање, испитувања, атести, пуштање во работа	лот	—	120.000

ВКУПНО ЗА ПРИКЛУЧОК (без ДДВ): $\approx 3.170.000$ €

6. ЗАКЛУЧОК

Приклучокот преку ТС „СТЕНКОВЕЦ“ 35/110 kV претставува комплексен и високонапонски електроенергетски приклучок, каде:

- трансформаторите се клучен и неразвоен дел од приклучокот,
- приклучувањето се врши на 110 kV и 35 kV напонско ниво,
- се обезбедува сигурна, контролирана и стандардизирана интеграција на производниот капацитет во електроенергетскиот систем на Република Северна Македонија

66. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА ТЕССА ГРУП (ОХРИД)

1. ОПШТ ТЕХНИЧКИ ОПИС НА ПРИКЛУЧОКОТ

Трафостаницата ТС „СЕЕ ОХРИД“ 35/110 kV претставува електроенергетски приклучен објект од прва категорија, преку кој производниот капацитет (батериска централа) се поврзува со електропреносниот систем (110 kV) управуван од МЕПСО.

Основната функција на приклучокот е:

- трансформација на напонот од 35 kV на 110 kV,
- сигурен и контролиран пренос на активна и реактивна енергија,
- обезбедување на заштита, мерење, управување и далечински надзор согласно национални и ИЕС стандарди.

2. КОНЦЕПТ НА ПРИКЛУЧУВАЊЕ КОН ЕЛЕКТРОПРЕНОСНИОТ СИСТЕМ

Приклучувањето се реализира преку нова трафостаница 35/110 kV, изградена на посебна локација во КО Лескоц – Општина Охрид, со директен приклучок на постоечки 110 kV далековод.

Основни напонски нивоа:

- 110 kV – преносно ниво (воздушно изолирана постројка)
- 35 kV – среднонапонско ниво за поврзување на батериската централа

3. 110 kV ВИСОКОНАПОНСКА ПОСТРОЈКА (ДЕЛ ОД ПРИКЛУЧОКОТ)

3.1 Општи технички карактеристики

- Номинален напон: 110 kV
- Погонски напон: 123 kV
- Фреквенција: 50 Hz
- Краткотрајна струја на куса врска: до 40 kA / 1 s
- Трифазен систем со директно заземјена неутрална точка

3.2 Состав на 110 kV постројката

- Едно трансформаторско поле 35/110 kV
- Две далеководни (кабелски) полиња за приклучок кон постоечки 110 kV вод
- Цевасти алуминиумски собирници
- SF₆ прекинувачи
- Расставувачи со и без заземјувач
- Комбинирани мерни трансформатори (КНТ)
- Одводници на пренапон

4. ТРАНСФОРМАЦИЈА НА НАПОН КЛУЧЕН ЕЛЕМЕНТ НА ПРИКЛУЧОКОТ

4.1 Енергетски трансформатори

Проектот предвидува два енергетски трансформатори, кои се централна компонента на приклучокот:

- Тип: трофазен, двонамотаен
- Напонски однос: 35/110 kV
- Номинална моќност: $2 \times 62,5$ MVA
- Ладење: ONAN / ONAF
- Регулација на напон под товар (OLTC)

Овие трансформатори овозможуваат:

- усогласување на напонските нивоа меѓу централата и преносната мрежа,
- сигурен и континуиран пренос на енергија,
- стабилност и флексибилност при работа на системот.

5. 35 kV СРЕДНОНАПОНСКА ПОСТРОЈКА

- Внатрешна, метално-оклопена постројка
- Вакуумски извлечиви прекинувачи
- Номинален напон: 35 kV
- Состав:
 - изводни ќелии,
 - трансформаторски ќелии,
 - мерна ќелија,
 - ќелија за домашен трансформатор,
 - минимум 3 резервни ќелии.

Постројката е сместена во Командно-контролен објект (ККО).

6. СОПСТВЕНО НАПОЛУВАЊЕ, ЗАПТИТА И УПРАВУВАЊЕ

- Домашен трансформатор 35/0,4 kV
- Дизел агрегат за резервно напојување

- еднонасочна струја системи: 220 V еднонасочна струја (батери, исправувачи)
- Заштитни и управувачки релеа
- систем за надзор и управување систем за далечински надзор
- Комерцијално мерење на 110 kV страна

7. ЗАЗЕМЈУВАЊЕ И ГРОМОБРАЊСКА ЗАШТИТА

- Мрежест заземјувач под целата трафостаница
- Отпорност на заземјување: $R < 1 \Omega$
- Заземјување на целата примарна и секундарна опрема
- Громобранска заштита согласно ИЕС 62305

8. ПРИКАЗ НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК

Бр.	Опис	Кол.	Вкупно (€)
1	Енергетски трансформатори 35/110 kV, 2 $\times$ 62,5 MVA	2	2.400.000
2	110 kV примарна опрема (полиња, прекинувачи, КНТ, одводници)	лот	1.700.000
3	35 kV металнооклопна постројка со ќелии	лот	650.000
4	Домашен трансформатор + дизел агрегат	лот	180.000
5	Секундарна опрема, заштита, мерење, SCADA	лот	320.000
6	Кабловски системи, канали и монтажа	лот	250.000
7	Заземјување и громобранска заштита	лот	120.000
8	Испитувања, атести и пуштање во работа	лот	200.000

ВКУПНО ЗА ПРИКЛУЧОК (без ДДВ): $\approx 5.820.000 \text{ €}$

9. ЗАКЛУЧОК

Приклучокот преку ТС „СЕЕ ОХРИД“ 35/110 kV претставува целосен електропреносен приклучок, при што:

- енергетските трансформатори се клучен и неразвоен дел од приклучокот,
- приклучувањето се врши директно на 110 kV преносно ниво,
- се обезбедува целосна усогласеност со техничките и мрежните услови на МЕНСО.

67. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА КМГ ЕОЛ КВАЗАР ФОТОНАПОНСКА ЦЕНТРАЛА - I**1. Општ опис на приклучокот**

Приклучокот на фотонапонската електроцентрала на електродистрибутивната мрежа се изведува со цел сигурен, безбеден и технички усогласен пренос на произведената електрична енергија од ФЕЦ до мрежата на операторот на дистрибутивниот систем (ОДС – ЕВН Електродистрибуција).

Приклучокот опфаќа:

- внатрешна електроенергетска мрежа на ФЕЦ (еднонасочна струја и наизменична струја дел),
- сопствена трансформаторска станица,
- среднонапонски приклучен вод,
- мерно-спојно место,
- заштитни, управувачки и комуникациски системи,
- сите градежни и електромонтажни работи поврзани со приклучокот.

2. Точка и ниво на приклучување

За фотонапонска електроцентрала со инсталирана моќност од приближно 1 MWp, приклучувањето се врши на среднонапонско ниво 10 kV или 20 kV, согласно техничките услови на ОДС и расположливоста на мрежата во локацијата.

Точката на приклучување може да биде:

- постоечка среднонапонска мрежа (воздушна или кабелска), или
- постоечка дистрибутивна трафостаница, или
- новонградена приклучна ќелија во мрежата на ОДС.

3. Внатрешна електрична шема до трансформатор

3.1 еднонасочна струја дел

Фотонапонските модули се поврзуваат во стрингови, а стринговите преку еднонасочна струја кабли (PV1-F) се поврзуваат директно на стринг инвертори.

Инверторите поседуваат вградени:

- еднонасочна струја раставувачи,
- заштита од пренапон (SPD),
- надзор на изолација и струи.

3.2 наизменична струја дел – нисконапонско ниво

Излезот од инверторите ($3 \times 400 \text{ V}$, 50 Hz) се собира во:

- наизменична струја разводни ормари, и
- главна нисконапонска разводна табла ($0,4 \text{ kV}$) во трафостаницата.

Во НН разводот се вградува:

- раставувач со осигурувачи за секој инвертор,
- главен прекинувач,
- мерна и заштитна опрема,
- SPD тип II,
- PE и N шински систем.

4. Трансформаторска станица (дел од приклучокот)

4.1 Тип и намена

Се предвидува компактна бетонска трансформаторска станица (КБТС), наменета исклучиво за потребите на ФЕЦ.

4.2 Основни технички карактеристики

- Називен напон: $10(20) / 0,4 \text{ kV}$
- Називна моќност: $1000 - 1250 \text{ kVA}$
- Тип на трансформатор:
 - маслен, херметички затворен или
 - сув (dry-type), во зависност од условите

- Стандард: IEC 62271-202

4.3 Опрема во КБТС

- Среднонапонска разводна постројка (SF₆ или вакуумска), со:
 - линиска ќелија,
 - трансформаторска ќелија,
 - заштитни релси.
- Нисконапонска разводна постројка 0,4 kV
- Енергетски трансформатор
- Систем за заземјување и громобранска заштита
- Ознаки, брави и безбедносна сигнализација

5. Среднонапонски приклучен вод

Од КБТС до точката на приклучување се изведува среднонапонски кабелски вод, најчесто:

- тип NA2XSY / XHE 49-A,
- напонско ниво 12/20 kV,
- пресек најчесто 3×150 mm² или 3×240 mm² Al.

Кабелот се поставува во:

- земјен ров со песочна постелка,
- заштитни цевки и предупредувачка трака,
во согласност со техничките услови на ОДС.

6. Мерно-спојна и заштитна опрема

Во согласност со барањата на ЕВН, се вградува:

- мерна опрема на среден напон (струјни и напонски трансформатори),
- далечинско отчитување (AMR),
- заштита од островски режим (anti-islanding),
- можност за далечинско исклучување на електроинсталацијата (систем за надзор и управување/далечинска терминална единица).

7. Заземјување и заштита

Се изведува единствен систем за заземјување кој ги опфаќа:

- трафостаницата,
- металните конструкции,
- инверторите,
- громобранската инсталација.

Отпорот на заземјувањето мора да биде:

- $R \leq 5 \Omega$, или по барање на ОДС.

8. Нормативи и прописи (РС Македонија)

Приклучокот се изведува согласно:

- Закон за енергетика,
- Правила за приклучување на производители,
- Технички услови на ЕВН Електродистрибуција,
- IEC и EN стандарди (IEC 60364, IEC 61727, EN 50549).

9. Приказ на трошоци – ориентационен пресмет (Република Северна Македонија)

Напомена: Цените се индикативни (2025/2026), без ДДВ, и може да варираат зависно од локација и пазар.

9.1 Трошоци за приклучок (со трансформатор)

Бр.	Опис	Количина	Цена (€)
1	КБТС 10(20)/0,4 kV (бетонска)	1 компл.	35.000 – 45.000
2	Енергетски трансформатор 1000–1250 kVA	1	28.000 – 38.000
3	СП разводна постројка (SF ₆ / вакуум)	1 компл.	18.000 – 25.000
4	НН разводна опрема 0,4 kV	1 компл.	6.000 – 9.000

5	СИ кабел 20 kV + полагање (до ~500 m)	1	10.000 – 18.000
6	Земјени и градежни работи	1	6.000 – 10.000
7	Заземјување и громобран	1	3.000 – 5.000
8	Мерна и заштитна опрема (ОДС услови)	1	5.000 – 8.000
9	Испитувања, мерења и пуштање во работа	1	2.000 – 3.000

Вкупно за приклучок (ориентационо): 113.000 – 161.000 €

10. Заклучок

Приклучокот на фотонапонска електроцентрала на електродистрибутивната мрежа претставува комплексен технички систем во кој трансформаторската станица и трансформаторот се суштински дел од приклучокот.

Решението мора да биде целосно усогласено со техничките услови на ОДС, националната регулатива и релевантните меѓународни стандарди, со цел долгорочна сигурна и стабилна експлоатација.

68.АПН.ЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА КМГ ЕОЛ КВАЗАР ФОТОНАПОНСКА ЦЕНТРАЛА - 1

1. Општ опис на приклучокот

Приклучокот на фотонапонската електроцентрала на електродистрибутивната мрежа се изведува со цел сигурен, безбеден и технички усогласен пренос на произведената електрична енергија од ФЕЦ до мрежата на операторот на дистрибутивниот систем (О)ДС – ЕВН Електродистрибуција).

Приклучокот опфаќа:

- внатрешна електроенергетска мрежа на ФЕЦ (еднонасоочна струја и наизменична струја дел),
- сопствена трансформаторска станица,
- среднонапонски приклучен вод,
- мерно-спојно место,

- заштитни, управувачки и комуникациски системи,
- сите градежни и електромонтажни работи поврзани со приклучокот.

2. Точка и ниво на приклучување

За фотонапонска електроцентрала со инсталирана моќност од приближно 1 MWp, приклучувањето се врши на среднонапонско ниво 10 kV или 20 kV, согласно техничките услови на ОДС и расположливоста на мрежата во локацијата.

Точката на приклучување може да биде:

- постоечка среднонапонска мрежа (воздушна или кабелска), или
- постоечка дистрибутивна трафостаница, или
- новопзградена приклучна ќелија во мрежата на ОДС.

3. Внатрешна електрична шема до трансформатор

3.1 еднонасочна струја дел

Фотонапонските модули се поврзуваат во стрингови, а стринговите преку еднонасочна струја кабли (PV1-F) се поврзуваат директно на стринг инвертори.

Инверторите поседуваат вградени:

- еднонасочна струја раставувачи,
- заштита од пренапони (SPD),
- надзор на изолација и струи.

3.2 наизменична струја дел – нисконапонско ниво

Излезот од инверторите (3×400 V, 50 Hz) се собира во:

- наизменична струја разводни ормари, и
- главна нисконапонска разводна табла (0,4 kV) во трафостаницата.

Во НН разводот се вградува:

- раставувач со осигурувачи за секој инвертор,
- главен прекинувач,
- мерна и заштитна опрема,
- SPD тип II,
- PE и N шински систем.

4. Трансформаторска станица (дел од приклучокот)

4.1 Тип и намена

Се предвидува компактна бетонска трансформаторска станица (КБТС), наменета исклучиво за потребите на ФЕЦ.

4.2 Основни технички карактеристики

- Називен напон: 10(20) / 0,4 kV
- Називна моќност: 1000 – 1250 kVA
- Тип на трансформатор:
 - маслен, херметички затворен или
 - сув (dry-type), во зависност од условите
- Стандард: IEC 62271-202

4.3 Опрема во КБТС

- Среднонапонска разводна постројка (SF₆ или вакуумска), со:
 - линиска ќелија,
 - трансформаторска ќелија,
 - заштитни релени.
- Нисконапонска разводна постројка 0,4 kV
- Енергетски трансформатор
- Систем за заземјување и громобранска заштита
- Ознаки, брави и безбедносна сигнализација

5. Среднонапонски приклучен вод

Од КБТС до точката на приклучување се изведува среднонапонски кабелски вод, најчесто:

- тип NA2XSY / XHE 49-A,
- напонско ниво 12/20 kV,
- пресек најчесто 3×150 mm² или 3×240 mm² Al.

Кабелот се поставува во:

- земјен ров со песочна постелка,
- заштитни цевки и предупредувачка трака,
во согласност со техничките услови на ОДС.

6. Мерно-спојна и заштитна опрема

Во согласност со барањата на ЕВН, се вградува:

- мерна опрема на среден напон (струјни и напонски трансформатори),
- далечинско отчитување (AMR),
- заштита од островски режим (anti-islanding),
- можност за далечинско исклучување на електраната (систем за надзор и управување/далечинска терминална единица).

7. Заземјување и заштита

Се изведува единствен систем за заземјување кој ги опфаќа:

- трафостаницата,
- металните конструкции,
- инверторите,
- громобранската инсталација.

Отпорот на заземјувањето мора да биде:

- $R \leq 5 \, \Omega$, или по барање на ОДС.

8. Нормативи и прописи (РС Македонија)

Приклучокот се изведува согласно:

- Закон за енергетика,
- Правила за приклучување на производители,
- Технички услови на ЕВН Електродистрибуција,
- IEC и EN стандарди (IEC 60364, IEC 61727, EN 50549).

9. Приказ на трошоци – ориентационен пресмет (Република Северна Македонија)

Напомена: Цените се индикативни (2025/2026), без ДДВ, и може да варираат зависно од локација и пазар.

9.1 Трошоци за приклучок (со трансформатор)

Бр.	Опис	Количина	Цена (€)
1	КБТС 10(20)0,4 kV (бетонска)	1 компл.	35.000 – 45.000
2	Енергетски трансформатор 1000 – 1250 kVA	1	28.000 – 38.000
3	СН разводна постројка (SF ₆ / вакуум)	1 компл.	18.000 – 25.000
4	НН разводна опрема 0,4 kV	1 компл.	6.000 – 9.000
5	СН кабел 20 kV + полагање (до ~500 m)	1	10.000 – 18.000
6	Земјени и градежни работи	1	6.000 – 10.000
7	Заземјување и громобран	1	3.000 – 5.000
8	Мерна и заштитна опрема (ОДС услови)	1	5.000 – 8.000
9	Испитувања, мерења и пуштање во работа	1	2.000 – 3.000

Вкупно приклучок (ориентационо):

113.000 – 161.000 €

10. Заклучок

Приклучокот на фотонапонска електроцентрала на електродистрибутивната мрежа претставува комплексен технички систем во кој трансформаторската станица и трансформаторот се суштински дел од приклучокот.

Решението мора да биде целосно усогласено со техничките услови на ОДС, националната регулатива и релевантните меѓународни стандарди, со цел долгорочна сигурна и стабилна експлоатација.

**69. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА
СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА КМГ БОЛ КВАЗАР ФОТОПАПОНСКА
ЦЕНТРАЛА - 3**

1. ОПШТ ОПИС НА ПРИКЛУЧОКОТ

Фотонапонската електроцентрала (ФЕЦ) со инсталирана моќност од 0,9984 MWp е наменета за производство на електрична енергија од обновлив извор и нејзино предавање во електродистрибутивната мрежа.

Приклучокот на ФЕЦ се изведува преку сопствена компактна бетонска трансформаторска станица (КБТС) 10(20)/0,4 kV, 1250 kVA, која претставува составен и неразделен дел од приклучокот на електродистрибутивната мрежа.

Решението овозможува:

- сигурен и континуиран пренос на електричната енергија,
- усогласеност со техничките услови на операторот на дистрибутивниот систем (ОДС),
- безбедна експлоатација и далечинско управување.

2. НИВО И ТОЧКА НА ПРИКЛУЧУВАЊЕ

Со оглед на инсталираната моќност од 0,9984 MWp, приклучувањето на ФЕЦ се врши на среднонапонско ниво – 10 kV или 20 kV, во зависност од локалната мрежна конфигурација.

Точката на приклучување се дефинира со:

- Решение за согласност за приклучување, издадено од ЕВН Електродистрибуција,
- достапноста и капацитетот на постоечката среднонапонска мрежа.

3. ВНАТРЕШЕН ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИ РАЗВОД ДО КБТС

3.1 еднонасочна струја дел

Фотоволтаичните модули се поврзуваат во стрингови со еднонасочна струја кабли од тип PV1-F (1×4 mm² и 1×6 mm²).

Стринговите се приклучуваат директно на стринг инверторите, кои содржат:

- еднонасочна струја раставувачи,
- заштита од пренапон (SPD тип II),
- надзор на изолација и струи.

3.2 наизменична струја дел – нисконапонско ниво (0,4 kV)

Излезот од инверторите (3×400 V, 50 Hz) преку наизменична струја разводни ормари се собира во нисконапонската разводна табла во КБТС.

НН разводот содржи:

- раставувачи со ножести осигурувачи за секој инвертор,
- главен нисконапонски прекинувач,
- мерни инструменти,
- одводници на пренапон,
- РЕ и N шински систем.

4. ТРАНСФОРМАТОРСКА СТАНИЦА – КБТС

4.1 Тип и намена

Предвидена е компактна бетонска трансформаторска станица (КБТС), фабрички изработена и тестирана, наменета исклучиво за приклучување на ФЕЦ.

4.2 Основни технички податоци

- Називен напон: 10(20)/0,4 kV
- Називна моќност: 1250 kVA
- Тип на трансформатор:
 - маслен, херметички затворен
- Стандард: IEC EN 62271-202

4.3 Опрема во КБТС

- Среднонапонска разводна постројка (SF₆ или вакуумска) со:
 - линиска ќелија,
 - трансформаторска ќелија,
 - заштитни релен.
- Нисконапонска разводна постројка 0,4 kV
- Енергетски трансформатор 1250 kVA
- Систем за природна вентилација
- Заземјување и громобранска заштита
- Ознаки за висок напон и безбедносна сигнализација

5. СРЕДНОНАПОНСКИ ПРИКЛУЧЕН ВОД

Од КБТС до точката на приклучување се изведува среднонапонски кабелски вод 10(20) kV, најчесто со:

- кабел од тип NA2XSY / XHE 49-A,
- пресек $3 \times 150 \text{ mm}^2$ или $3 \times 240 \text{ mm}^2$ Al.

Кабелот се поставува во земјен ров со:

- песочна постелка,
- заштитни цевки,
- предупредувачка трака,
во согласност со техничките услови на ОДС.

6. МЕРНО-ЗАШТИТНА И УПРАВУВАЧКА ОПРЕМА

Во приклучокот се предвидува:

- мерна опрема на среден напон (струјни и напонски трансформатори),
- далечинско отчитување на електричната енергија,
- anti-islanding заштита,
- можност за далечинско исклучување на ФЕЦ од страна на ОДС,
- комуникација (далечинска терминална единица/систем за надзор и управување) согласно условите на ЕВН.

7. ЗАЗЕМЈУВАЊЕ И ГРОМОБРАНСКА ЗАШТИТА

Се изведува засаднички заземјувачки систем за:

- КБТС,
- трансформаторот,
- НН и СН опремата,
- металните конструкции и инверторите.

Отпорот на заземјување мора да изнесува:

- $R \leq 5 \Omega$, согласно МКС и ИЕС стандарди.

8. НОРМАТИВИ И ПРОПИСИ

Приклучокот е проектиран согласно:

- Закон за енергетика на РС Македонија,
- Правила за приклучување на производители,
- Технички услови на ЕВН Електродистрибуција,
- IEC 60364, IEC 61727, EN 50549.

9. ПРИКАЗ НА ТРОШОЦИ – ОРИЕНТАЦИОНЕН ПРЕСМЕТ

9.1 Трошоци за приклучок со КБТС и трансформатор

Бр.	Опис	Кол.	Цена (€)
1	КБТС (бетонско куќиште, комплет)	1	38.000 – 48.000
2	Енергетски трансформатор 1250 kVA	1	32.000 – 40.000
3	СН разводна постројка (SF ₆ / вакуум)	1	20.000 – 26.000
4	НН разводна опрема 0,4 kV	1	7.000 – 10.000
5	СН кабел 10/20 kV + монтажа (до 500 m)	1	12.000 – 20.000
6	Земјени и градежни работи	1	7.000 – 11.000
7	Заземјување и громобран	1	3.000 – 5.000
8	Мерна и заштитна опрема (ОДС)	1	6.000 – 9.000
9	Испитувања и пуштање во работа	1	2.000 – 3.000

ВКУПЕН ОРИЕНТАЦИОНЕН ТРОШОК ЗА ПРИКЛУЧОК:

127.000 – 172.000 €

10. ЗАКЛУЧОК

Приклучокот на фотонапонската електроцентрала со моќност од 0,9984 MWp се реализира преку сопствена КБТС 10(20)/0,4 kV со трансформатор од 1250 kVA, која е клучен елемент за сигурно и стабилно поврзување со електродистрибутивната мрежа.

Решението е технички усогласено со националната регулатива и условите на операторот и обезбедува долгорочна, безбедна и ефикасна експлоатација на електраната.

70. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА КМГ БОЛ КВАЗАР ФОТОПАПОНСКА ЦЕНТРАЛА - 2

1. ОПШТ ОПИС НА ПРИКЛУЧОКОТ

Фотонапонската електроцентрала (ФЕЦ) со инсталирана моќност од 0,9982 MWp е наменета за производство на електрична енергија од обновлив извор – сончева енергија, и нејзино предавање во електродистрибутивната мрежа на Република Северна Македонија.

Приклучувањето на ФЕЦ се врши преку сопствена компактна бетонска трансформаторска станица (КБТС) 10(20)/0,4 kV со инсталиран енергетски трансформатор од 1250 kVA, која претставува составен и функционално нераздвоив дел од приклучокот.

Проектното решение обезбедува:

- сигурно и стабилно приклучување на електродистрибутивната мрежа,
- целосна усогласеност со техничките услови на операторот на дистрибутивниот систем (ОДС),
- можност за далечински надзор и управување,
- безбедна и долгорочна експлоатација на електраната.

2. НИВО И ТОЧКА НА ПРИКЛУЧУВАЊЕ

Со оглед на инсталираната моќност од 0,9982 MWp, приклучувањето на фотонапонската електроцентрала се реализира на среднонапонско ниво – 10 kV или 20 kV, во зависност од расположливата мрежна конфигурација на локацијата.

Точката на приклучување се дефинира врз основа на:

- издадена Согласност за приклучување од ЕВН Електродистрибуција,
- анализа на капацитетот на постоечката среднонапонска мрежа.

3. ВНАТРЕШЕН ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИ РАЗВОД ДО КБТС

3.1 еднонасочна струја дел

Фотонапонските модули се поврзуваат во стрингови преку соларни еднонасочна струја кабли од тип PV1-F (1×4 mm² и 1×6 mm²), отпорни на UV зрачење и атмосферски влијанија.

Стринговите се приклучуваат директно на стринг-инвертори, кои располагаат со:

- вградени еднонасочна струја раставувачи,
- заштита од пренапон (SPD тип II),
- надзор на изолација и струи.

3.2 наизменична струја дел – нисконапонско ниво (0,4 kV)

Наизменичната електрична енергија од инверторите (3×400 V, 50 Hz) преку наизменична струја разводни ормари се доведува до нисконапонската разводна постројка во КБТС.

III разводната опрема вклучува:

- раставувачи со ножести осигурувачи за секој инвертор,
- главен нисконапонски прекинувач,
- мерни инструменти,
- одводници на пренапон (SPD тип II),
- PE и N шински систем.

4. ТРАНСФОРМАТОРСКА СТАНИЦА КБТС

4.1 Тип и намена

Предвидена е компактна бетонска трансформаторска станица (КБТС), фабрички изработена и испитана согласно важечките стандарди, наменета за исклучива употреба на фотонапонската електроцентрала.

4.2 Основни технички карактеристики

- Називен напон: 10(20)/0,4 kV
- Називна моќност на трансформатор: 1250 kVA
- Тип на трансформатор: маслен, херметички затворен
- Стандарди: IEC EN 62271-202, IEC 60076

4.3 Опрема во КБТС

КБТС ги содржи следните функционални целини:

- среднонапонска разводна постројка (SF₆ или вакуумска) со:
 - линиска ќелија,
 - трансформаторска ќелија,
 - заштитни релси;
- нисконапонска разводна постројка 0,4 kV;
- енергетски трансформатор 1250 kVA;
- систем за природна вентилација;
- систем за заземјување и громобранска заштита;
- безбедносни ознаки и предупредувачка сигнализација.

5. СРЕДНОНАПОНСКИ ПРИКЛУЧЕН ВОД

Од КБТС до дефинираната точка на приклучување се изведува среднонапонски кабелски вод 10(20) kV, со:

- кабел од тип NA2XSU или XHE 49-A,
- типичен пресек 3×150 mm² или 3×240 mm² Al, во зависност од должината и дозвоениот пад на напон.

Кабелот се поставува во земјен ров со песочна постелка, заштитни цевки и предупредувачка трака, во согласност со техничките услови на ОЈС.

6. МЕРНА, ЗАШТИТНА И УПРАВУВАЧКА ОПРЕМА

Во приклучокот се предвидува:

- мерна опрема на среднонапонско ниво (СТ и НТ),
- далечинско мерење и отчитување на електричната енергија,
- заштита од островски режим (anti-islanding),
- можност за далечинско исклучување на ФЕЦ од страна на операторот,
- комуникациска опрема (далечинска терминална единица/систем за надзор и управување) согласно условите на ЕВН.

7. ЗАЗЕМЈУВАЊЕ И ГРОМОБРАНСКА ЗАШТИТА

Се изведува заеднички заземјувачки систем кој ги опфаќа:

- КБТС и трансформаторот,
- СИ и ШИ разводната опрема,
- металните конструкции и инверторите.

Отпорот на заземјувањето мора да изнесува:

- $R \leq 5 \, \Omega$, согласно МКС и IEC стандарди.

8. НОРМАТИВИ И ПРОПИСИ

Проектното решение е усогласено со:

- Закон за енергетика на РС Македонија,
- Правила за приклучување на производители на електрична енергија,
- Технички услови на ЕВН Електродистрибуција,
- IEC 60364, IEC 61727, EN 50549.

9. ПРИКАЗ НА ТРОШОЦИ ОРИЕНТАЦИОНЕН ПРЕСМЕТ

(Република Северна Македонија, без ДДВ)

9.1 Трошоци за приклучок со КБТС и трансформатор

Бр.	Опис	Кол.	Цена (€)
1	КБТС – бетонско куќиште (комплет)	1	38.000 – 48.000
2	Енергетски трансформатор 1250 kVA	1	32.000 – 40.000
3	СН разводна постројка (SF ₆ / вакуум)	1	20.000 – 26.000
4	НН разводна опрема 0,4 kV	1	7.000 – 10.000
5	СН кабел 10/20 kV + полагање (до ~500 m)	1	12.000 – 20.000
6	Земјени и градежни работи	1	7.000 – 11.000
7	Заземјување и громобранска заштита	1	3.000 – 5.000
8	Мерна и заштитна опрема (барања на ОДС)	1	6.000 – 9.000
9	Испитувања и пуштање во работа	1	2.000 – 3.000

ВКУПЕН ОРИЕНТАЦИОНЕН ТРОШОК ЗА ПРИКЛУЧОК:

127.000 – 172.000 €

10. ЗАКЛУЧОК

Приклучокот на фотонапонската електроцентрала со инсталирана моќност од 0,9982 MWp се реализира преку сопствена КБТС 10(20)/0,4 kV со трансформатор од 1250 kVA, која обезбедува сигурно, стабилно и технички усогласено поврзување со електродистрибутивната мрежа.

Решението е целосно усогласено со важечката законска и техничка регулатива и претставува соодветна основа за понатамошна проектна разработка и изведба.

71. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА ("СОЛАР ПАРК")**1. ОПШТ ТЕХНИЧКИ ОПИС НА ПРИКЛУЧОКОТ**

Фотонапонската електроцентрала е наменета за производство на електрична енергија од сончева енергија и нејзино предавање во електродистрибутивната мрежа на операторот на дистрибутивниот систем (ОДС).

Приклучокот на електроцентралата претставува збир на електроенергетски, градежни и заштитни елементи кои обезбедуваат:

- сигурен и континуиран пренос на електричната енергија,
- техничка и функционална усогласеност со мрежата,
- безбедна експлоатација и можност за далечинско управување.

2. ПИВО И ТОЧКА НА ПРИКЛУЧУВАЊЕ

Во зависност од инсталираната моќност и условите на мрежата, приклучувањето на ФЕЦ се врши на среднапонско ниво (10 kV или 20 kV).

Точката на приклучување може да биде:

- постоечка среднапонска воздушна или кабелска линија,
- постоечка или новоизградена дистрибутивна трафостаница,
- посебна приклучна ќелија во мрежата на ОДС.

Точката и условите за приклучување се дефинираат со Согласноста за приклучување издадена од ЕВН Електродистрибуција.

3. ВНАТРЕШНА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКА МРЕЖА НА ФЕЦ**3.1 еднонасочна струја дел**

Фотонапонските модули се поврзуваат во стрингови преку соларни еднонасочна струја кабли од тип PV1-F, отпорни на UV зрачење и атмосферски влијанија.

еднонасочна струја делот вклучува:

- стрингови од фотонапонски модули,
- еднонасочна струја разводни кутии (каде што е потребно),
- еднонасочна струја заптита од пренапони,
- еднонасочна струја раставувачи интегрирани во инверторите.

3.2 наизменична струја дел – нисконапонско ниво (0,4 kV)

Излезот од инверторите (3×400 V, 50 Hz) преку наизменична струја кабли се доведува до нисконапонската разводна постројка.

НН разводот содржи:

- раставувачи и осигурувачи за секој инвертор,
- главен нисконапонски прекинувач,
- мерни инструменти,
- одводници на пренапон (SPD),
- систем за заштитно заземјување.

4. ТРАНСФОРМАТОРСКА СТАНИЦА (ДЕЛ ОД ПРИКЛУЧОКОТ)

4.1 Тип и намена

Како составен дел од приклучокот се предвидува трансформаторска станица, најчесто од тип:

- компактна бетонска трансформаторска станица (КБТС).

Трафостаницата е наменета исклучиво за приклучување на фотонапонската електроцентрала.

4.2 Енергетски трансформатор

Во трафостаницата се вградува енергетски трансформатор со карактеристики:

- Називен напон: 10(20)/0,4 kV
- Називна моќност: во согласност со инсталираната моќност на ФЕЦ
- Тип: маслен или сув трансформатор
- Стандарди: IEC 60076

4.3 Разводна опрема

Трафостаницата вклучува:

- среднонапонска разводна опрема (SF₆ или вакуумска),
- нисконапонска разводна опрема 0,4 kV,
- заштитни релен,
- мерна и сигнална опрема,
- систем за вентилација и безбедносна сигнализација.

5. СРЕДНОНАПОНСКИ ПРИКЛУЧЕН ВОД

Од трансформаторската станица до точката на приклучување се изведува среднонапонски кабелски или воздушен вод, најчесто:

- кабел тип NA2XSY / XHE 49-A,
- напонско ниво 10 или 20 kV,
- пресек согласно струјното оптоварување и должината.

Кабелот се поставува во земјен ров со:

- песочна постелка,
- заштитни цевки,
- предупредувачка лента.

6. МЕРНА, ЗАШТИТНА И УПРАВУВАЧКА ОПРЕМА

Во приклучокот се вградува:

- мерна опрема на среднонапонско ниво (струјни и напонски трансформатори),
- систем за далечинско отчитување на електричната енергија,
- anti-islanding заштита,
- можност за далечинско исклучување на електраната од страна на ОДС,
- комуникациска опрема (систем за надзор и управување/далечинска терминална единица).

7. ЗАЗЕМЈУВАЊЕ И ГРОМОБРАНСКА ЗАШТИТА

Се изведува единствен систем за заземјување кој ги опфаќа:

- трансформаторската станица,
- електроенергетската опрема,
- металните конструкции,
- инверторите.

Отпорот на заземјување мора да биде во согласност со важечките стандарди (обично $R \leq 5 \Omega$).

8. НОРМАТИВИ И СТАНДАРДИ

Проектирањето и изведбата се вршат согласно:

- Закон за енергетика на РС Македонија,
- Правила за приклучување на производители на електрична енергија,
- Технички услови на ЕВН Електродистрибуција,
- IEC и EN стандарди (IEC 60364, IEC 61727, EN 50549).

9. ПРИКАЗ НА ТРОШОЦИ – ОРИЕНТАЦИОНЕН ПРЕСМЕТ

9.1 Трошоци за приклучок на ФЕЦ (со трансформатори)

Бр.	Опис	Ориентациона цена (€)
1	Компактна бетонска трансформаторска станица (КБТС)	35.000 – 50.000
2	Енергетски трансформатор 10(20)/0,4 kV	25.000 – 40.000
3	Среднапонска разводна опрема	18.000 – 28.000
4	Нисконапонска разводна опрема	6.000 – 10.000
5	Среднапонски кабелски приклучок + монтажа	10.000 – 20.000
6	Земјени и градежни работи	6.000 – 12.000
7	Заземјување и громобранска заштита	3.000 – 5.000
8	Мерна и заштитна опрема (ОДЦ)	5.000 – 9.000
9	Испитувања, мерења и пуштање во работа	2.000 – 4.000

ВКУПЕН ОРИЕНТАЦИОНЕН ТРОШОК ЗА ПРИКЛУЧОК:

110.000 – 170.000 €

10. ЗАКЛУЧОК

Приклучокот на фотонапонската електроцентра на електродистрибутивната мрежа претставува технички и функционално сложен систем, во кој трансформаторската станица и енергетскиот трансформатор се клучни и составни елементи на приклучокот.

Со правилно проектирање и изведба согласно важечките прописи, се обезбедува сигурна, стабилна и долгорочна експлоатација на електраната во електроенергетскиот систем на Република Северна Македонија.

**72. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА
СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА (“ПРЕСПА СОЛАР”)****1. ОПШТ ТЕХНИЧКИ ОПИС НА ПРИКЛУЧОКОТ**

Фотонапонската електроцентрала е наменета за производство на електрична енергија од обновлив извор – сончева енергија, и нејзино предавање во електродистрибутивната мрежа на операторот на дистрибутивниот систем (ОДС).

Приклучокот на ФЕЦ на електродистрибутивната мрежа претставува функционална целина која ги опфаќа сите електроенергетски, заштитни, мерни и градежни елементи неопходни за:

- сигурен и континуиран пренос на електричната енергија,
- усогласување на параметрите на ФЕЦ со параметрите на мрежата,
- безбедна и стабилна експлоатација,
- далечински надзор и управување од страна на ОДС.

2. НИВО И ТОЧКА НА ПРИКЛУЧУВАЊЕ

Во зависност од инсталираната моќност на фотонапонската електроцентрала и техничките можности на локалната мрежа, приклучувањето се реализира на:

- среднонапонско ниво – 10 kV или 20 kV.

Точката на приклучување се дефинира со:

- Согласноста за приклучување издадена од ЕВН Електродистрибуција,
- расположливиот капацитет на среднонапонската мрежа,
- конфигурацијата на постоечката електроенергетска инфраструктура.

3. ВНАТРЕШНА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКА МРЕЖА НА ФЕЦ**3.1 еднонасочна струја дел**

Фотонапонските модули се поврзуваат во стрингови преку соларни еднонасочна струја кабли од тип PV1-F, отпорни на UV зрачење, влага и атмосферски влијанија.

Еднонасочна струја делот вклучува:

- стрингови од фотонапонски модули,
- еднонасочна струја разводни кутии (доколку се применуваат),
- еднонасочна струја заштита од пренапони,
- еднонасочна струја раставувачи интегрирани во инверторите.

3.2 наизменична струја дел – нисконапонско ниво (0,4 kV)

Енергијата од инверторите (3×400 V, 50 Hz) преку наизменична струја кабли се доведува до нисконапонската разводна опрема.

Нисконапонскиот развод опфаќа:

- раставувачи и осигурувачи за секој инвертор,
- главен нисконапонски прекинувач,
- мерни инструменти,
- одводници на пренапон (SPD тип II),
- PE и N шински систем.

4. ТРАНСФОРМАТОРСКА СТАНИЦА (СОСТАВЕН ДЕЛ ОД ПРИКЛУЧОКОТ)

4.1 Тип и намена

Како дел од приклучокот се изведува трансформаторска станица, најчесто:

- компактна бетонска трансформаторска станица (КБТС).

Трафостаницата е наменета исклучиво за приклучување на фотонапонската електроцентра и претставува клучен елемент за трансформација на напонот и заштитата на мрежата.

4.2 Енергетски трансформатор

Во трансформаторската станица се вградува енергетски трансформатор со следни карактеристики:

- Називен напон: 10(20)/0,4 kV
- Називна моќност: во согласност со инсталираната моќност на ФЕЦ
- Тип: маслен (херметички) или сув трансформатор
- Стандарди: IEC 60076

4.3 Разводна опрема

Трафостаницата вклучува:

- среднонапонска разводна опрема (SF₆ или вакуумска),
- нисконапонска разводна опрема 0,4 kV,
- заштитни релси,
- мерна и сигнална опрема,
- систем за вентилација, осветлување и безбедносна сигнализација.

5. СРЕДНОНАПОНСКИ ПРИКЛУЧЕН ВОД

Од трансформаторската станица до дефинираната точка на приклучување се изведува среднонапонски приклучен вод, најчесто како кабелски вод со:

- кабел тип NA2XSY / XPE 49-A,
- напонско ниво 10 или 20 kV,
- пресек определен според струјното оптоварување и должината.

Кабелот се поставува во земјен ров со песочна постелка, заштитни цевки и предупредувачка лента.

6. МЕРНА, ЗАШТИТНА И УПРАВУВАЧКА ОПРЕМА

Во приклучокот се вградува:

- мерна опрема на среднонапонско ниво (СТ и НТ),
- систем за далечинско мерење и отчитување,
- заштита од островски режим (anti-islanding),
- можност за далечинско исклучување на ФЕЦ од страна на ОДС,
- комуникациска опрема (систем за надзор и управување/далечинска терминална единица).

7. ЗАЗЕМЈУВАЊЕ И ГРОМОБРАНСКА ЗАШТИТА

Се изведува единствен систем за заземјување кој ги опфаќа:

- трансформаторската станица,
- енергетскиот трансформатор,
- СН и НН разводната опрема,
- металните конструкции и инверторите.

Отпорот на заземјување мора да биде во согласност со важечките прописи, вообичаено $R \leq 5 \Omega$.

8. НОРМАТИВИ И ПРОПИСИ

Проектирањето и изведбата се вршат согласно:

- Закон за енергетика на Република Северна Македонија,
- Правила за приклучување на производители на електрична енергија,
- Технички услови на ЕВН Електродистрибуција,
- ИЕС, EN и МКС стандарди (ИЕС 60364, ИЕС 61727, EN 50549).

9. ПРИКАЗ ПА ТРОШОЦИ

9.1 Трошоци за приклучок на ФЕЦ (со трансформатори)

Бр.	Опис	Ориентационен трошок (€)
1	Компактна бетонска трансформаторска стапица (КБТС)	35.000 – 50.000
2	Енергетски трансформатор 10(20)/0,4 kV	25.000 – 40.000
3	Среднонапонска разводна опрема	18.000 – 28.000
4	Нисконапонска разводна опрема 0,4 kV	6.000 – 10.000
5	Среднонапонски кабелски приклучок и монтажа	10.000 – 20.000
6	Земјени и градежни работи	6.000 – 12.000
7	Заземјување и громобранска заштита	3.000 – 5.000
8	Мерна и заштитна опрема (ОДС услови)	5.000 – 9.000
9	Испитувања, мерења и пуштање во работа	2.000 – 4.000

ВКУПЕН ОРИЕНТАЦИОНЕН ТРОШОК ЗА ПРИКЛУЧОК:

110.000 – 170.000 €

10. ЗАКЛУЧОК

Приклучокот на фотонапонската електроцентрала на електродистрибутивната мрежа е комплексен технички систем во кој трансформаторската станица и енергетскиот трансформатор се суштински и нераздвоив дел од приклучокот.

Со примена на соодветни технички решенија и почитување на националната регулатива и стандардите, се обезбедува сигурна, стабилна и долгорочна работа на електроцентралата во електроенергетскиот систем на Република Северна Македонија.

73.АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК ЗА ОКТА

Приклучок на новопредвидени батериски системи и фотонапонски електрани

преку постоечка ТС ОКТА 110/6,3 kV

1. Општ опис на проектот

Предмет на овој технички опис е приклучокот на новопредвидени батериски системи (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) и новопредвидени фотонапонски електрани (ФЕЦ) на електроенергетскиот систем на Република Северна Македонија, преку постоечка трафостаница ОКТА 110/6,3 kV, која е веќе приклучена на преносниот систем на МЕПСО.

Проектот предвидува интеграција на повеќе производни и складишни единици на напонско ниво 6,3 kV, со користење на постоечката инфраструктура на ТС ОКТА и изградба на нови дистрибутивни трафостаници 6,3/0,8 kV.

2. Постоечка електроенергетска состојба

- ТС ОКТА 110/6,3 kV е активна трафостаница приклучена на преносната мрежа (110 kV).
- На 6,3 kV шинскиот систем веќе постојат:
 - постоечки изводи,
 - постоечки трафостаници 6,3/0,8 kV,
 - постоечки приклучени фотонапонски електрани.

Овој проект претставува надградба на постоечкиот енергетски комплекс, без промена на приклучокот кон преносната мрежа.

3. Опфат и конфигурација на новиот проект

Проектот опфаќа три групи на нови приклучоци:

3.1 Група 1 – Батериски системи преку постоечки трафостаници

Преку веќе постоечки трафостаници 6,3/0,8 kV, на кои се приклучени фотонапонски електрани, се предвидува приклучување на:

- 3 батериски системи
- Моќност по систем: 1 MW
- Капацитет по систем: 2 MWh

Батериските системи ќе се приклучат на 0,8 kV страна на постоечките трафостаници, преку посебни нисконапонски разводи, без потреба од дополнителна трансформација.

3.2 Група 2 – Нова трафостаница за батериски систем

Се предвидува изградба на нова дистрибутивна трафостаница 6,3/0,8 kV, со следните карактеристики:

- Номинална моќност: 2500 kVA
- Преносен однос: 6,3/0,8 kV
- Намена: исклучиво за батериски систем

На оваа трафостаница ќе биде приклучен:

- батериски систем со моќност 2556 kW
- капацитет 4472 kWh

Трафостаницата ќе биде независна од постоечките ФЕЦ.

3.3 Група 3 – Нови ФЕЦ + БЕСС системи**а) Три трафостаници 6,3/0,8 kV (ФЕЦ 6,93 MW + БАТЕРИСКИ СИСТЕМ)**

Се предвидува изградба на:

- 3 нови трафостаници
- Моќност по трафостаница: 2500 kVA
- Приклучување на:
 - фотонапонска електрана со моќност 6,93 MW
 - батериски систем со капацитет 4472 kWh
 -

б) Четири трафостаници 6,3/0,8 kV (ФЕЦ 8,58 MW + БАТЕРИСКИ СИСТЕМ)

Дополнително се предвидува изградба на:

- 4 нови трафостаници
- Моќност по трафостаница: 2500 kVA
- Приклучување на:
 - фотонапонска електрана со моќност 8,58 MW
 - батериски систем со капацитет 4472 kWh
 -

4. Напонски нивоа и концепт на приклучок

Ниво

Опис

110 kV Преносна мрежа – МЕПСО

6,3 kV Среднонапонски систем на ТС ОКТА

0,8 kV Приклучување на ФЕЦ и БЕСС

Сите нови трафостаници се приклучуваат на 6,3 kV шинскиот систем на ТС ОКТА преку нови среднонапонски изводи и кабелски водови.

5. Среднонапонска инфраструктура

Проектот предвидува:

- проширување на 6,3 kV постројката (нови изводни полиња),
 - 6,3 kV кабелски водови до новите трафостаници,
 - XLPE кабли со метален екран,
 - пренапонска заштита,
 - телекомуникациски и систем за надзор и управување сигнали.
-

6. Заштита, мерење и управување**Заштита**

- надструјна и земјоспојна заштита на 6,3 kV изводи,
- трансформаторска заштита,
- селективна координација со заштитите на ТС ОКТА.

Мерење

- мерни трансформатори ТТ/ТН на 6,3 kV,
- одделни мерни места за секоја производна и складишна единица.

Управување

- систем за надзор и управување интеграција со постоечкиот систем,
- можност за централизирано управување со ФЕЦ и БЕСС.

7. Испитувања и пуштање во работа

- испитување на 6,3 kV кабли,
- тестирање на заштитите,
- мерење на заземјување,
- пробна работа,
- технички прием

8. Приказ на трошоци за приклучок

Приклучувањето на новопланираните фотонапонски електрани и планираните батериски системи се врши преку постоечка и новопланирана енергетска инсталација која е дел од внатрешниот приклучок на барателот по трафостаницата 110/6.3 kV која е во сопственост на инвеститорот.

**74. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК ЕМК Мали хидроелектрани ДООЕЛ Скопје
ФНЕЦ БУНАРЈЕТО**

Подолу е детален технички опис (во стил на проектна/техничка документација) за приклучок на ФЕЦ „Бунарјето“ (40 MW) со БАТЕРИСКИ СИСТЕМ 10 MW / 20 MWh на електропреносна мрежа 110 kV преку нова ТС 110/20 kV со 1x40 MVA трансформатор, и 110 kV кабел ~1 km од постоечка МЕПСО ТС „Дуброво“.

1) Основни податоци и концепт на приклучок

- Објект: Фотонапонска електроцентрала „Бунарјето“ – ЕМК Мали хидроелектрани
- Инсталирана активна моќност (PV): 40 MW (наизменична струја на излез од инвертори / колектор)
- Батериски систем (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ): 20 MWh капацитет, 10 MW моќност (PCS)
- Напонско ниво на приклучок: 110 kV (преносна мрежа – МЕПСО)
- Трансформација: 110/20 kV, 1x40 MVA
- Приклучен вод: 110 kV подземан кабел (XLPE), ориентациона должина ~1 km, од 110 kV далеководно поле во постоечка ТС „Дуброво“ до нова ТС на инвеститорот.

Напомена за сопственост/граници: во пракса кај приклучоци во РСМ често приклучниот кабел и изводната ќелија/поле се во сопственост на приклучениот корисник согласно договори за приклучок, што се среќава и во регулаторни предмети/решенија.

2) Електрична шема (еднолиниски опис – функционално)

2.1 20 kV колектор (на страна на производителот)

1. PV инвертори (типично 0.8 kV) → step-up трансформатори 0.8/20 kV по блокови → 20 kV кабелска мрежа/прстен или радијална шема.
2. БАТЕРИСКИ СИСТЕМ PCS (наизменична струја излез типично 0.4–0.8 kV) → step-up трансформатор до 20 kV → приклучок на 20 kV шински систем.
3. 20 kV постројка (switchgear) во новата ТС (или засебна МВ постројка во рамки на комплексот) со:
 - доводни полиња од PV блокови,
 - поле за БАТЕРИСКИ СИСТЕМ,
 - поле за трансформатор 20 kV,
 - мерно/сервисно поле,
 - можност за секционирање (две шини или една шина со секција), зависно од бараниот степен на доверливост.

2.2 110/20 kV трансформација

- Трансформатор 1x40 MVA, 110/20 kV, со OLTC (on-load tap changer) за регулирање напон на 20 kV шините, согласно услови за напонски профил и реактивна размена со мрежата.

2.3 110 kV страна

- 110 kV постројка во новата ТС (AIS или GIS – избор според простор/околина/рокови):
 - кабелско поле (line bay) за 110 kV кабелот кон ТС Дуброво,
 - трансформаторско поле (CB + дисконектори + мерни ТТ/ТН),
 - пренапонска заштита, уземјување, секундарни системи.

3) Приклучен 110 kV кабел (ТС Дуброво → Нова ТС „Бунарјето“)

3.1 Тип и конфигурација (ориентационо)

- 110 kV XLPE подземен кабел, 1 систем (една тросистемска врска), најчесто 3 x едножилен кабел (по фаза), со метален екран и надворешна заштита.
- Оптички кабел (ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ/ОПС) или оптика во ист ров/канал за:
 - телекомуникации,
 - систем за надзор и управување/далечинско управување,
 - заштитни телесигнали (ако се бараат).

3.2 Траса и градежен дел

- Кабелска траса ~1 km, со:
 - ископ, постелка и термички подобрен засип (thermal backfill) каде е потребно,
 - кабелски предупредувачки ленти/плочи,
 - премини под патишта/канали со HDD/цевки по потреба,
 - кабелски шахти за спојници (joint полиња) ако има спојување/промена на траса.

3.3 Завршетоци и интерфејс

- Кабелски завршетоци во 110 kV поле во ТС „Дуброво“ и во новата ТС.
- Во ТС „Дуброво“ се предвидува:
 - адаптација/интеграција во постоечко 110 kV далеководно поле или изведба на ново кабелско поле (точно според технички услови од МЕПСО),
 - интерконекција со постоечките заштити/систем за надзор и управување на МЕПСО.

4) Нова ТС 110/20 kV (ЕМК Мали хидроелектрани) – примарна опрема

4.1 110 kV примарна опрема (типично по поле)

- Прекинувач 110 kV (SF6/Вакуум зависно од GIS/AIS концепт)
- Дисконектори/уземјувачи
- Мерни трансформатори ТТ/ТН (СТ/НТ)
- Пренапонски одводници
- 110 kV кабелски терминали/крајници

4.2 Трансформатор 110/20 kV, 40 MVA

- Оладивање ONAF/ONAN (зависно од спецификација)
- OLTC со автоматска регулација напон (AVR)
- Заштити: Бухолц, температура масло/намотки, диференцијална, REF/земјоспој, преоптоварување, притисок итн.

4.3 20 kV постројка

- Метално оклопена 20 kV постројка (GIS MV или air-insulated), со:
 - трансформаторско поле,
 - полиња за PV доводи (по блокови),

- поле за БАТЕРИСКИ СИСТЕМ,
- секционо поле (по потреба),
- мерно поле и сервисно напојување.

5) Секундарни системи: заштита, мерење, управување, телекомуникации

5.1 Релејна заштита (типично барања за преносна мрежа)

- 110 kV кабел/линија: дистанчна или линиска диференцијална (зависно од услови), земјоспој, надструјна, автоматско повторно вклучување (ако е дозволено за кабел – често ограничено).
- Трансформатор: диференцијална, REF, термичка, Бухолц, преоптоварување.
- 20 kV изводи: надструјна/земјоспојна, насочна земјоспојна (ако мрежата е резонантно заземјена/компензирана), итн.

5.2 Мерење и квалитет на енергија

- Гранично мерење на точката на приклучок (110 kV страна или дефинирана мерна точка по услови на МЕРСО).
- Анализа/мониторинг на:
 - ТНД, фликер, брзи промени (PV варијации),
 - фактор на моќност / реактивна размена.

5.3 систем за надзор и управување и далечинско управување

- Локален систем за надзор и управување во новата ТС + комуникација до МЕРСО (протоколи IEC 60870-5-104 / IEC 61850 по барање).
- Синхронизација на време (GPS/NTP) за настани/фаулт-рекордери.

6) Интеграција на БАТЕРИСКИ СИСТЕМ (10 MW / 20 MWh) во режим на работа со мрежа

БАТЕРИСКИ СИСТЕМ се приклучува на 20 kV шински систем преку сопствено поле и step-up трансформатор. Функционално може да обезбеди:

- ограничување на рампата (PV smoothing),
- апсорпција/испорака на реактивна моќност преку PCS,
- услуги за баланс/резерва (ако пазарно/регулаторно е дозволено),
- peak-shaving и оптимизација на испорака.

За ориентир на трошок на батериско складирање: IRENA наведува дека во 2024 година utility-scale battery storage паднал до околу 192 USD/kWh (просечно ниво), што дава ред на големина за капитални трошоци по енергија. (За дополнителни опсези и сценарија, корисни се и NREL ATB страници за 2024/2025.)

7) Испитувања, пуштање во работа и прием

Минимум активности (типично):

- фабрички тестови (фабрички приемни тестови) за трансформатор, 110 kV/20 kV опрема, заштитни релени
- теренски тестови (приемни тестови на лице место), примарни и секундарни инјекции
- HV кабел тестови (многу ниска фреквенција/PD ако се бара), омметрија на екрани, проверка на заземјување
- функционални тестови систем за надзор и управување/телеком и интерлокинг
- пробна работа и мерења на квалитет на енергија.

8) Приказ на трошоци (ориентационо) – адаптирано за РСМ

Подолу е ориентациона капитални трошоци рамка за делот „приклучок“ (со трансформатор) + интеграција на БАТЕРИСКИ СИСТЕМ на MV, и одделно опционално целосен капитални трошоци за БАТЕРИСКИ СИСТЕМ.

Валута: EUR (и MKD со курс ~61.5 MKD/EUR).

Напомена: во РСМ трудот/градежниот дел често е понизок од ЕУ просек, но главната опрема (110 kV кабел, GIS/AIS, трансформатор, релени) е увозна и доминира во трошокот; затоа се дава опсег.

8.1 Трошоци за приклучок (110 kV кабел + нова ТС 110/20 kV + адаптација во ТС Дуброво)

Ставка (приклучок)	Количина	Ниско (EUR)	Високо (EUR)
Проектирање, ревизији, надзор, геодезија, студии/мерења	1	250,000	500,000
Нова ТС 110/20 kV – градежно/челични конструкции/уземјување/објект	1	1,200,000	2,500,000
110 kV примарна опрема во новата ТС (кабелско + трансформаторско поле, AIS/GIS)	1	1,200,000	2,800,000
Трансформатор 110/20 kV, 40 MVA (со опрема и монтажа)	1	1,500,000	2,500,000
20 kV постројка (шински систем + полиња за PV/БАТЕРИСКИ СИСТЕМ + секционирање)	1	900,000	1,800,000
110 kV XLPE кабел ~1 km (со ров, завршетоци, спојници, оптика)	~1 km	1,800,000	3,200,000
Адаптација/опрема во ТС „Дуброво“ (поле, интерфејс, заштити/SCADA интеграција)	1	600,000	1,200,000
Заштита, мерење, SCADA, телекомуникации, DC системи (батерии, полначи)	1	500,000	1,000,000
Тестирања, пуштање во работа, документација „“	1	200,000	400,000
Резерва/непредвидени (~10%)	1	450,000	1,200,000
ВКУПНО – ПРИКЛУЧОК		≈ 8.6 М€	≈ 15.1 М€

Вкупно во MKD (ориентационо):

- ≈ 528.9 милиони MKD (ниско) до ≈ 928.7 милиони MKD (високо)

8.2 Интеграција на БАТЕРИСКИ СИСТЕМ на MV (само приклучни полиња/трафо/заштити – без батериски контејнери)

Ако БАТЕРИСКИ СИСТЕМ е во истиот комплекс, често се сведува на:

- 20 kV поле + кабли,
- step-up трансформатор за PCS (ако не е вклучен во пакетот),
- заштити/систем за надзор и управување точки.

Ориентационо: 0.3 – 0.8 М€ (≈ 18 – 49 милиони MKD).

8.3 (Опционално) капитални трошоци за самиот БАТЕРИСКИ СИСТЕМ 10 MW / 20 MWh

Како ред на големина, врз основа на јавни меѓународни бенчмаркови за utility-scale батерии (IRENA), 20 MWh систем најчесто паѓа во рамка од неколку милиони евра зависно од ЕРС, заштити, контејнери, трансформатори, BMS/систем за управување со енергија и гаранции.

Ориентационо (за комплет БАТЕРИСКИ СИСТЕМ): ≈ 4.0 – 6.0 М€ (≈ 246 – 369 милиони MKD).

75. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК ЕМК МАЛИ ХИДРОЕЛЕКТРАНИ ДООЕЛ СКОПЈЕ БЕСС ЗА ФНЕЦ МРШЕВЦИ

1. Општ опис на објектот

Предмет на овој технички опис е приклучок на батериски систем за складирање на електрична енергија (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) на веќепостоечката фотонапонска електроцентрала ФНЕЦ „Мршевици“, која е приклучена на електродистрибутивниот систем на Република Северна Македонија.

ФНЕЦ „Мршевици“ располага со:

- правосилно одобрение за градење,
- важечка согласност и договор за приклучок,
- приклучна точка во ТС 110/20 kV Бунарцик,
- изведен подземен 20 kV приклучен вод со должина приближно 5,2 km .

Батерискиот систем се предвидува како надградба на постоечката ФНЕЦ, со цел подобро балансирање на производството, оптимизација на испораката и зголемена флексибилност на дистрибутивната мрежа.

2. Основни технички параметри

Фотонапонска електроцентрала

- Инсталирана моќност: 5,84 MWp
- Планирано годишно производство: 9.411 MWh

Батериски систем (фаза 1)

- Моќност на полнење / празнење: 2,5 MW
- Капацитет на складирање: 5,0 MWh
- Тип на систем: контејнерски батериски систем
- Технологија на батерии: Lithium Iron Phosphate (LFP)

3. Локација

Батерискиот систем ќе биде поставен во рамки на градежната парцела на ФНЕЦ Мршевици, во:

- катастарска општина Мршевици,
- место викано Курилово,
- општина Илинден.

Локацијата располага со постоечки пристапен пат погоден за транспорт и монтажа на контејнерската опрема

.

4. Напонско ниво и концепт на приклучок

Напонско ниво на приклучок

- 20 kV – среднонапонско ниво

Приклучна точка

- СН постројка ТС 1 во ФНЕЦ Мршевици

При изградбата на постоечката СН постројка е предвиден резервиран простор за дополнителна изводна ќелија, која се користи за приклучок на батерискиот систем

.

Со ова се овозможува приклучување без интервенции во дистрибутивната мрежа надвор од локацијата на електраната.

5. Техничко решение за приклучок

5.1 Општ принцип на поврзување

Батерискиот систем се интегрира на 20 kV шински систем на ФНЕЦ, при што електричната енергија може:

- да се складира од производство на ФНЕЦ,
- да се испорачува во дистрибутивната мрежа во периоди со повисока цена,
- да обезбедува рамнење на производната крива,
- да овозможи отсекување на пикови и подобро балансирање

6. Батериски систем

6.1 Конфигурација

- Батериски контејнер: 5.016 kWh
- Тип на ќелија: LFP 3,2 V / 314 Ah
- Капацитет на ќелија: 1004,8 Wh
- 104 ќелии → 1 модул (104,4 kWh)
- 8 модули → 1 батериски ормар (836 kWh)
- 6 ормари → 1 контејнер
- Димензии: 6058 × 2438 × 2896 mm
- Тежина: ≈ 40 t

Системот располага со:

- точностен систем за ладење,
- BMS,
- CAN / Modbus комуникација,
- IP55 заштита.

7. Претворувач – PCS систем

Батерискиот систем е поврзан со:

- 2 × PCS Kehua BCS1250K-C-HUD
- Номинална моќност по единица: 1.250 kW
- Вкупна моќност: 2,5 MW

Работата на PCS е управувана преку систем за управување со енергија систем, кој ја дефинира динамиката на полнење и празнење во зависност од режимот на работа

.

8. Дистрибутивна трафостаница

Приклучокот на батерискиот систем со фотонапонската електроцентрала се изведува преку:

Среднонапонски трансформатор

- 10(20) / 0,69 kV
- Сместен во посебна компактна трафостаница

Трансформаторот претставува составен дел од приклучокот и обезбедува:

- трансформација од нисконапонската страна на PCS кон 20 kV,
- електрична изолација,
- сигурен приклучок на СН мрежата на електраната

9. Управување, заштита и комуникација

Системот опфаќа:

- систем за управување со енергија за управување со циклусите,
- мониторинг во реално време,
- комуникација со систем за надзор и управување системот на ФНЕЦ,
- далечински надзор,
- можност за проширување во идни фази.

Инвестициони трошоци за приклучок (РС Македонија)

Приклучувањето на новопланираниот батериски систем ќе се врши преку постоечката трафостаница 21(10,5)/x kV како дел од внатрешната инсталација на постоечката фотонапонска електрана на барателот.

76. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК ЕМК МАЛИ ХИДРОЕЛЕКТРАНИ ДООЕЛ СКОПЈЕ БЕСС ЗА ФНЕЦ ГРАДЕЦ**1. Општ опис**

Предмет на овој технички опис е приклучокот на батериски систем за складирање на електрична енергија (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) на векепостоечката фотонапонска електроцентрала ФНЕЦ „Градец“, која е приклучена на електродистрибутивниот систем на Република Северна Македонија.

ФЕЦ „Градец“ располага со:

- реализиран 20 kV приклучок,
- приклучна точка во ТС 110/35/10 kV Крива Паланка,
- изграден подземен 10 kV приклучен вод со должина приближно 2,5 km,
- постоечка среднонапонска постројка во рамки на електраната .

2. Основни податоци од постоечката електрана

- Тип: фотонапонска електроцентрала
- Инсталирана моќност: 8,4 MWp
- Планирано годишно производство: 12.847 MWh
- Напонско ниво на приклучок: 10 kV
- Постоечка трафостаница: 20/0,6 kV

3. Локација

Батерискиот систем ќе биде поставен во рамки на постоечката градежна парцела на ФНЕЦ „Градец“, во:

- КО Градец
- место викано „Гумно“
- општина Крива Паланка

Локацијата располага со постоечки пристапен пат погоден за транспорт и монтажа на опремата .

4. Концепт на приклучок на батерискиот систем**4.1 Напонско ниво**

Приклучокот на батерискиот систем се изведува на:

- среднонапонско ниво – 10 kV,
- преку постоечката СН постројка (ТС 1) на ФНЕЦ „Градец“.

Во постоечката СН постројка е предвиден простор за дополнителна изводна ќелија, која ќе се користи исклучиво за батерискиот систем

5. Техничко решение за приклучок

5.1 Принцип на поврзување

Батерискиот систем се поврзува со фотонапонската електроцентрала преку:

- посебен среднонапонски трансформатор 10(20)/0,69 kV,
- сместен во компактна дистрибутивна трафостаница,
- приклучена на постоечкиот 10 kV шински систем на електраната

Преку ваквото решение се овозможува:

- електрична изолација помеѓу БАТЕРИСКИ СИСТЕМ и ФЕЦ,
- сигурна трансформација на напонот,
- независно управување со батерискиот систем.

6. Среднонапонска опрема за приклучок

Приклучокот опфаќа:

- нова 10 kV изводна ќелија во постоечката СН постројка,
- заштитна и мерна опрема за батерискиот извод,
- среднонапонски кабли до компактната трафостаница,
- изведба на заземјување и израмнување на потенцијали,
- интеграција со постоечкиот систем за надзор на електраната.

7. Заштита, мерење и управување

Во рамки на приклучокот се предвидува:

- надструјна и земјоспојна заштита на 10 kV изводот,
- локално мерење на активна и реактивна моќност,
- сигнализација за статуси и аларми,
- можност за систем за надзор и управување интеграција со системот на ФНЕЦ.

8. Испитувања и пуштање во работа

По завршување на монтажните работи ќе се извршат:

- примарни и секундарни испитувања,
- проверка на заштитите,
- мерење на отпори на заземјување,
- функционални тестови,
- пробна работа и технички прием

9. Приказ на трошоци

Инвестициони трошоци за приклучок

Приклучувањето на новопланираниот батериски систем ќе се врши преку постоечката трафостаница 21(10,5)/x kV како дел од внатрешната инсталација на постоечката фотонапонска електрана на барателот.

77.АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК ЕМК МАЛИ ХИДРОЕЛЕКТРАНИ ДООЕЛ СКОПЈЕ ФЕЦ ГРАДЕЦ 1

1. Општи податоци

Инвеститор:
ЕМК Мали хидроелектрани ДООЕЛ Скопје

Објект:
Фотонапонска електроцентрала „Градец 1“

Локација:
Катастарска општина Градец, место викано „Кошари“,
Општина Крива Паланка, Република Северна Македонија

2. Постоечка состојба

Фотонапонската електроцентрала „Градец 1“ е планирана како земјена фотонапонска електрана во рамки на поширокиот енергетски комплекс на инвеститорот.

За електраната е предвидено:

- приклучување на среднонапонско ниво 20 kV,

- изградба на нова дистрибутивна трафостаница 20/0,8 kV,
- приклучување кон електродистрибутивниот систем преку ТС 110/35/10 kV Крива Паланка.

Во рамки на теренот веќе постои јасно дефинирана траса за кабелски приклучок, прикажана во идејниот проект.

3. Приклучок на електродистрибутивната мрежа

3.1 Напонско ниво

Приклучокот на фотонапонската електроцентрала се реализира на:

- 20 kV напонско ниво,
- преку дистрибутивната мрежа на операторот на системот за дистрибуција.

Приклучната точка е во ТС 110/35/10 kV Крива Паланка, која претставува најблиска соодветна трафостаница со доволен капацитет .

3.2 Кабелски приклучен вод

За приклучување на ФНЕЦ „Градсц 1“ се предвидува изградба на:

- подземен среднонапонски кабел 20 kV,
- со ориентациона должина од околу 600 m,
- положен во кабелска траса дефинирана во проектната документација.

Кабелскиот вод ќе се изведе:

- со XLPE изолација,
- со метален екран,
- со механичка заштита согласно важечките технички прописи.

Трасата е прикажана на ситуациониот план во идејниот проект, означена со сина линија (стр. 15)

.

4. Дистрибутивна трафостаница

За потребите на приклучокот на фотонапонската електроцентрала се предвидува изградба на:

Нова трафостаница:

- 20/0,8 kV
- номинална моќност: 1×2500 kVA

Трафостаницата ќе биде изведена како:

- компактна монтаж-бетонска или контејнерска трафостаница,
- со среднонапонски и нисконапонски развод,
- со можност за идно проширување.

Трафостаницата ќе служи исклучиво за трансформација на електричната енергија произведена од фотонапонската електроцентрала.

5. Среднонапонска опрема

Приклучокот опфаќа:

- среднонапонски развод 20 kV,
- изводна ќелија кон дистрибутивната мрежа,
- заштитна релејна опрема,
- мерна опрема согласно барањата на операторот,
- заземјување и израмнување на потенцијали.

6. Заштита и сигурност

Во рамки на приклучокот се предвидува:

- заштита од краток спој и преоптоварување,
- земјоспојна заштита,
- пренапонска заштита,
- координација со заштитите во ТС Крива Паланка.

Сите уреди ќе бидат во согласност со:

- Правилникот за приклучување на производители,
- Техничките услови на Електродистрибуција,
- важечките IEC стандарди.

7. Испитување и пуштање во работа

По завршување на работите ќе се извршат:

- мерења на изолација на 20 kV кабел,
- проверка на релејни заштити,
- мерење на заземјување,
- функционални тестови,
- пробна работа и технички прием.

Табела: Трошоци за приклучок

Бр.	Опис	Проценет износ (€)
1	Проектирање и усогласување со ОДС	7.000
2	Нова трафостаница 20/0,8 kV (објект)	40.000
3	Трансформатор 20/0,8 kV – 2500 kVA	60.000
4	СН развод и заштитна опрема	25.000
5	20 kV кабел (600 m со монтажа)	48.000
6	Кабелски канали, песок, заштита	12.000
7	Заземјување и громобран	8.000
8	Испитувања и пуштање во работа	8.000
9	Организација на градилиште	6.000
10	Непредвидени трошоци (~10%)	21.000
ВКУПНО ПРИКЛУЧОК		≈ 235.000 €

Вкупно:

- околу 235.000 EUR
- приближно 14,5 милиони MKD

**78. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК СОЛАР ГРУП – БАТЕРИСКИ СИСТЕМ
ПОВРЗАН НА ФОТОВОЛТАИЧНА ЕЛЕКТРАНА ФЕЦ ЛАГОВО****1. Општи податоци**

Инвеститор:

„СОЛАР ГРУП“ ДООЕЛ – Скопје

Објект:

Батериски систем поврзан на фотонапонска електроцентрала „Лагово“

Локација:

ГП бр. 2 од УП со план за парцелација,

КП бр. 148/8, КО Старо Лагово,

Општина Прилеп

Категорија на градба:

Прва категорија (инсталирана моќност над 1 MW)

2. Постоечка состојба

На предметната локација се изградени и во работа се наоѓаат три фотонапонски електроцентрали:

- ФЕЦ Лагово
- ФЕЦ Лагово 1
- ФЕЦ Лагово 2

со вкупна инсталирана моќност од 2,3 MW

Фотоволтаичните централи се веќе приклучени на електродистрибутивната мрежа преку надземен 10(20) kV вод, кој претставува извод од трафостаницата „Беровци“

Секоја од постоечките ФЕЦ располага со сопствено мерно место, преку кое се регистрира преземената и предадената електрична енергија.

3. Потребa од приклучок на батериски систем

Со цел подобрување на:

- флексибилноста на производството,
- балансирањето на енергијата,
- оптимално искористување на произведената електрична енергија,

се планира приклучување на батериски систем за складирање на електрична енергија (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) поврзан со постоечките ФЕЦ Лагово.

Батерискиот систем ќе има сопствено мерно место, при што сите мерни уреди (трите ФЕЦ и БЕСС) ќе бидат интегрирани и управувани како единствен енергетски систем

4. Концепт на приклучок**4.1 Напонско ниво**

Приклучокот на батерискиот систем се реализира на:

- среднонапонско ниво 10(20) kV,
- директно на постоечкиот надземен дистрибутивен вод на кој се приклучени ФЕЦ-ите.

Причина за ваквото решение е тоа што во постоечките фотонапонски центри не постои слободна среднонапонска изводна ќелија, што е јасно наведено во проектната документација.

4.2 Начин на приклучување

Батерискиот систем ќе се приклучи преку:

- кабелска среднонапонска врска,
- поврзана на постоечкиот надземен 10(20) kV вод,
- со посебно мерно место за батерискиот систем.

На овој начин се овозможува:

- независно мерење на енергијата,
- целосна контрола од страна на операторот,
- без интервенции во постоечките трафостаници.

5. Трафостаница за приклучок

За приклучокот на батерискиот систем е предвидена монтажна трафостаница, која претставува дел од приклучокот, и служи како:

- точка на поврзување со дистрибутивната мрежа,
- трансформација на напонот од нисконапонско кон среднонапонско ниво.

Трафостаницата е предвидена со:

- трансформатор со моќност до 2500 kVA,
- среднонапонски и нисконапонски развод,
- мерен ормар,
- заштитна и расклопна опрема,

и ги задоволува важечките IEC и EN стандарди .

6. Каблирање и заштита

Приклучокот опфаќа:

- среднонапонски кабли со XLPE изолација,
- кабелски завршетоци и спојки,

- заземјување и израмнување на потенцијали,
- заштита од напон на допир и чекор (TN-C-S систем).

Громобранската заштита на локацијата е веќе реализирана и ќе се искористи и за новиот приклучок.

7. Мерење, надзор и управување

За батерискиот систем се предвидува:

- посебно мерно место,
- интеграција со постоечките мерни уреди,
- далечински надзор и управување преку систем за управување со енергија систем,
- комуникација со операторот на мрежата.

8. Испитувања и пуштање во работа

По изведбата на приклучокот ќе се спроведат:

- испитувања на среднонапонските кабли,
- проверка на заштитните релеа,
- мерење на отпорност на заземјување,
- функционални тестови,
- технички прием и пробна работа.

Инвестициони трошоци

Приклучувањето на новопланираниот батериски систем ќе се врши преку постоечката трафостаница 21(10,5)/x kV како дел од внатрешната инсталација на постоечката фотонапонска електрана на барателот.

79. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК ИГМ КАВАДАРЦИ

1. Општи податоци

Назив на проект:

Батериски систем за складирање на електрична енергија „ИГМ“

Инвеститор:

ИГМ-Трејд ДОО Кавадарци

Локација:

КП 3410/1, 3410/2, 3411, 3412, 3413, 3414, 3415, дел од КП 3491/1 и дел од КП 9608/1,
КО Кавадарци-Вонград, Општина Кавадарци

Категорија на градба:

Прва категорија

2. Постоечка електроенергетска состојба

Во непосредна близина на локацијата постои приватна трансформаторска станица 110/10 kV, во сопственост на инвеститорот ИГМ, која е веќе приклучена на преносниот систем.

Проектната документација јасно наведува дека:

- приклучокот на батерискиот систем ќе се реализира на 10 kV напонско ниво,
- растојанието до ТС 110/10 kV е мало,
- не се потребни нови далекуводи или интервенции во 110 kV мрежата,
- постоечката инфраструктура овозможува минимални дополнителни инвестиции

3. Основни технички параметри на батерискиот систем

Батерискиот систем е проектиран со следните референтни параметри:

- вкупен батериски капацитет: ≈ 63 MWh,
- инсталирана активна моќност: 16,8 MW,
- технологија: LFP (Lithium Iron Phosphate),
- фазна и модулarna изградба.

Системот е организиран преку две трансформаторски станици 10/0,8 kV, секоја со номинална моќност од 9 MVA, преку кои батерискиот систем се поврзува со 10 kV мрежата.

4. Концепт на приклучок

4.1 Напонско ниво

Приклучокот на батерискиот систем се реализира на:

- среднонапонско ниво: 10 kV,
- преку постоечката трафостаница ИГМ 110/10 kV.

Со ова решение не се менува приклучокот кон преносниот систем, туку батерискиот систем се третира како додатна активна единица на 10 kV страна.

4.2 Архитектура на приклучок

Приклучокот се реализира преку следната електроенергетска структура:

1. Батериски контејнери (еднонасочна струја ниво)
2. PCS единици (800 V наизменична струја)
3. Компактни трафостаници 10/0,8 kV
4. 10 kV кабелски водови
5. Постоечка ТС 110/10 kV ИГМ
6. Преносен систем (110 kV)

Оваа архитектура овозможува:

- галванско одвојување,
- сигурна трансформација,
- целосна контрола на моќноста,
- интеграција со преносниот систем без дополнителни 110 kV инвестиции.

5. Трансформаторски станици како дел од приклучокот

За потребите на приклучокот се предвидуваат:

Две компактни трансформаторски станици:

- напон: 10/0,8 kV,
- номинална моќност: 9.000 kVA @ 40°C,
- тип: контејнерска трафостаница (тип JUPITER-9000K-H1),
- со вграден:
 - среднонапонски RMU (SF₆),
 - маслен енергетски трансформатор,
 - заштити,
 - мерна опрема,
 - помошен трансформатор,
 - систем за надзор и управување комуникација.

Овие трафостаници претставуваат директна приклучна точка кон 10 kV мрежата и затоа се составен дел од приклучокот.

6. Среднонапонски приклучни врски

Приклучокот опфаќа:

- 10 kV кабли со XLPE изолација,
- кабелски завршетоци,
- спојки,
- кабелски ровови,
- поврзување со 10 kV шинскиот систем на ТС ИГМ.

Каблите се положуваат делумно во земја, делумно воздушно, во зависност од трасата, како што е наведено во проектот

7. Заштита, мерење и управување

Заштита

- надструјна и земјоспојна заштита на 10 kV изводи,
- трансформаторска заштита (температура, масло, Бухолц),
- селективна координација со заштитите во ТС 110/10 kV.

Мерење

- мерни трансформатори на 10 kV страна,
- можност за одвоено мерење на активна и реактивна енергија.

Управување

- систем за надзор и управување/систем за управување со енергија интеграција,
- далечински надзор,
- можност за учество во системски услуги.

8. Испитувања и пуштање во работа

По завршување на работите ќе се спроведат:

- испитувања на 10 kV кабли,
 - проверка на заштитните функции,
 - мерење на заземјување,
 - функционални тестови,
 - пробна работа и технички прием.
-

9. Приказ на трошоци за приклучок

Приклучувањето на батерискиот систем се врши преку постоечка и новопланирана енергетска инсталација која е дел од внатрешниот приклучок на барателот по трафостаницата 110/10 kV која е во сопственост на инвеститорот.

80. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК КАЈ ЕНЕРГИЈА

1. Општ опис

Предмет на овој технички опис е приклучокот на планираното проширување на веќе постоечка фотонапонска електроцентра, како и интеграција на батериски систем за складирање на електрична енергија (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) во склоп на централата.

Проширувањето се реализира со цел зголемување на инсталираниот капацитет, подобрување на флексибилноста на производството и усогласување со важечката законска регулатива која предвидува задолжително вградување на системи за складирање на електрична енергија во рамки на електроцентралите.

Фотонапонската електрана и батерискиот систем ќе функционираат како единствен енергетски објект со заедничка приклучна точка кон електроенергетската мрежа.

2. Постоечка состојба

На предметната локација е изградена и во редовна експлоатација е фотонапонска електроцентра, приклучена на електродистрибутивниот систем преку сопствена трансформаторска станица.

Постоечката инфраструктура опфаќа:

- среднонапонски приклучок,
- дистрибутивна трафостаница,
- мерна и заштитна опрема,
- систем за надзор и управување.

Конфигурацијата на електроенергетскиот систем овозможува проширување на капацитетот без промена на основната приклучна точка.

3. Опфат на проширувањето

Планираното проширување ги опфаќа следните активности:

- зголемување на инсталираната моќност на фотонапонската електрана,
- инсталација на дополнителни инверторски единици,
- поставување батериски систем за складирање на електрична енергија,

- изградба на дополнителна трансформаторска инфраструктура,
 - интеграција на новите системи во постоечката електроенергетска шема.
-

4. Концепт на приклучок

4.1 Напонски нивоа

Приклучокот на проширената електроцентрала и батерискиот систем се реализира преку следните напонски нивоа:

- нисконапонско ниво (0,8 kV) – страна на инвертори и PCS уреди,
- среднонапонско ниво – страна на приклучок кон електроенергетската мрежа.

Батерискиот систем се приклучува во рамки на истата трансформаторска станица како и фотонапонската електрана, што овозможува заедничко управување и контрола на излезната моќност.

5. Трансформаторска станица

Во рамки на проширувањето се предвидува изградба на нова трансформаторска станица која претставува составен дел од приклучокот.

Основни карактеристики:

- напонско ниво: 35/0,8 kV (или соодветно на постоечката мрежа),
- вкупна инсталирана моќност: 2×5000 kVA,
- одделни нисконапонски разводи за фотонапонскиот систем и батерискиот систем,
- интегриран среднонапонски развод со заштитна и мерна опрема.

Трафостаницата претставува централна точка за трансформација и приклучување на проширениот енергетски капацитет.

6. Приклучување на батерискиот систем

Батерискиот систем се приклучува преку посебен нисконапонски развод, со галванско одвојување од фотонапонските инвертори.

Системот овозможува:

- складирање на произведена електрична енергија,
- испорака на електрична енергија во периоди со зголемена побарувачка,
- ограничување на излезната моќност кон мрежата,

- стабилизација на работата на електроцентралата.

7. Заштита, мерење и управување

Заштита

- надструјна и земјоспојна заштита на среднонапонската страна,
- трансформаторска заштита,
- пренапонска заштита,
- селективна координација со мрежните заштити.

Мерење

- главно мерно место на излезот од трансформаторската станица,
- интерно мерење за следење на ФВ и батерискиот систем.

Управување

- централизирано управување преку систем за енергетски менаџмент,
- можност за далечински надзор и контрола,
- управување со активна и реактивна моќност.

8. Испитувања и пуштање во работа

По завршување на сите монтажни работи се предвидува:

- испитување на трансформаторите,
- мерење на изолација на кабли,
- проверка на заштитните функции,
- функционални тестови,
- пробна работа и технички прием.

9. Приказ на трошоци за приклучок

Приклучувањето на надградбата на векепостоечката фотонапонска електрана и новопланираните батериски системи ќе се врши преку постоечката трафостаница 35/0,8 kV преку нејзина реконструкција која е дел од внатрешната инсталација на барателот.

81. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК СКЛАДИШТЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА „ПИ ЕНЕРГИ 1“ СО ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ 2000 kW

Приклучок на батериски систем на веќепостоечка фотоволтаична електрана на ПИ Енерги

1. Општ опис

Предмет на овој технички опис е приклучокот на батериски систем за складирање на електрична енергија (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) во склоп на веќепостоечка фотоволтаична електрана во сопственост на ПИ Енерги, приклучена на електродистрибутивниот систем на Република Македонија.

Со реализација на проектот се овозможува подобра контрола на испораката на електрична енергија кон мрежата, зголемена флексибилност на работата на електроцентрала и поефикасно искористување на произведената соларна енергија.

2. Постоечка состојба

На предметната локација е изградена и во експлоатација е фотоволтаична електроцентрала приклучена на електродистрибутивниот систем на среднапонско ниво.

Постоечката електроенергетска инфраструктура опфаќа:

- среднапонски приклучок од 20 kV,
- сопствена трансформаторска станица,
- нисконапонски и среднапонски разводи,
- мерна, заштитна и комуникациска опрема.

Постоечката конфигурација овозможува дополнително приклучување на батериски систем без потреба од нова приклучна точка кон мрежата.

3. Основни параметри на батерискиот систем

Во рамки на проектот се предвидува инсталација на батериски систем со следните карактеристики:

- номинална активна моќност: 2000 kW,
- батериски капацитет: приближно 5 MWh,
- работен напон на наизменична струја страна: 690 V,
- двонасочна работа (полнење и празнење),
- можност за управување со активна и реактивна моќност.

Батерискиот систем е изведен во контејнерска конфигурација со интегрирани системи за ладење, противпожарна заштита и автоматско исклучување.

4. Концепт на приклучок

4.1 Напонски нивоа

Приклучокот на батерискиот систем се реализира преку следните напонски нивоа:

- 690 V наизменична струја – страна на PCS системот,
- 0,8 kV – нисконапонска страна на трансформаторот,
- 20 kV – приклучување кон електродистрибутивната мрежа.

Батерискиот систем се приклучува на истата среднонапонска страна како и фотоволтаичната електрана, со што се обезбедува заедничка приклучна точка кон мрежата.

5. Трансформаторска станица како дел од приклучокот

За потребите на приклучокот се предвидува интегрирана трансформаторска станица која претставува составен дел од приклучокот.

Трафостаницата опфаќа:

- енергетски трансформатор 0,8/0,69 kV со моќност од 2000–2100 kVA,
 - трансформатор за сопствени потреби 100 kVA (0,69/0,4 kV),
 - нисконапонски и среднонапонски развод,
 - заштитна и мерна опрема,
 - можност за далечински надзор.
-

6. Среднонапонско приклучување

Приклучувањето кон електродистрибутивниот систем се изведува преку:

- 20 kV кабелски приклучок,
- среднонапонска ќелија со заштитна функција,
- мерни трансформатори за активна и реактивна енергија.

Системот е димензиониран согласно максималната излезна моќност на батерискиот систем и техничките услови на операторот на мрежата.

7. Заштита, мерење и управување

Заштита

- надструјна и земјоспојна заштита на 20 kV страна,
- заштита на трансформаторот,
- автоматско исклучување при дефект,
- пренапонска заштита.

Мерење

- мерно место за регистрирање на преземена и испорачана електрична енергија,
- можност за одвоено следење на работата на батерискиот систем.

Управување

- систем за управување со батерии (BMS),
- систем за управување со енергија (систем за управување со енергија),
- далечински мониторинг и управување.

8. Заштитно заземјување

Батерискиот систем и трансформаторската станица се поврзуваат на постоечкиот систем за заштитно заземјување на електраната.

Предвидено е:

- заедничко потенцијално израмнување,
- максимален отпор на заземјување $\leq 4 \Omega$,
- целосна громобранска заштита.

9. Испитувања и пуштање во работа

По завршување на монтажните работи се извршуваат:

- испитување на трансформаторите,
 - мерење на изолација на каблите,
 - тестирање на заштитите,
 - функционални тестови,
 - пробна работа и технички прием.
-

10. Приказ на трошоци за приклучок

Приклучувањето на новопланираниот батериски систем ќе се врши преку постоечката трафостаница 21(10,5)/x kV како дел од внатрешната инсталација на постоечката фотонапонска електрана на барателот.

82.АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК ВИАН ЕНЕРЏИ ФЕЦ АРМАТУШ

Приклучок на фотонапонска електроцентрала „Арматуш“

Инвеститор: Виан Енерџи ДООЕЛ Скопје

1. Општ опис

Предмет на овој технички опис е приклучокот на фотонапонската електроцентрала „Арматуш“ на електроенергетскиот систем на Република Македонија преку новопланирана трансформаторска станица 110/20 kV „Арматуш 2“.

Приклучокот ќе се реализира на преносно напонско ниво со изградба на подземен 110 kV кабел со ориентациона должина од околу 1,6 km, кој ќе обезбеди поврзување помеѓу постоечкиот 110 kV далековод и новата трансформаторска станица „Арматуш 2“.

2. Локација и намена

Фотонапонската електроцентрала е лоцирана во катастарската општина Арматуш, Општина Новаци, во подрачје предвидено за изградба на енергетски објекти од обновливи извори на енергија.

Централата е наменета за производство на електрична енергија од сончева енергија и нејзина испорака во преносниот електроенергетски систем преку соодветна високонапонска инфраструктура.

3. Основни технички параметри

- Тип на електрана: површинска фотонапонска електроцентрала
 - Напонско ниво на приклучување: 110 kV
 - Начин на приклучување: кабелски приклучок
 - Точка на приклучување: постоечки 110 kV далековод
 - Трансформација: 110/20 kV
 - Начин на експлоатација: паралелна работа со преносен систем
-

4. Концепт на приклучок

Приклучокот на електроцентралата се реализира преку следниот технички концепт:

- фотонапонската електроцентрала произведува електрична енергија на нисконапонско ниво,
- енергијата се собира и трансформира на 20 kV,
- преку 20 kV развод се доведува до трансформаторската станица „Арматуш 2“,
- во трафостаницата се врши трансформација од 20 kV на 110 kV,
- преку 110 kV кабел со должина од приближно 1,6 km електраната се приклучува на постоечкиот 110 kV далековод.

Со ова решение се обезбедува целосна евакуација на произведената електрична енергија и сигурна интеграција во преносниот систем.

5. Трафостаница 110/20 kV „Арматуш 2“

За потребите на приклучокот се предвидува изградба на нова трансформаторска станица 110/20 kV „Арматуш 2“.

Трафостаницата ќе ги содржи следните основни целини:

- енергетски трансформатор 110/20 kV со соодветна номинална моќност,
- 110 kV високонапонска постројка со опрема за приклучок кон далеководот,
- 20 kV среднонапонска постројка со изводи кон електраната,
- заштитна, мерна и управувачка опрема,
- командна просторија и помошни системи.

Објектот е проектиран согласно важечките национални и меѓународни технички прописи.

6. 110 kV кабелска врска

Приклучокот кон преносната мрежа ќе се реализира со:

- подземен 110 kV кабел со XLPE изолација,
- едножилен систем во трифазна конфигурација,
- ориентациона должина од околу 1,6 km.

Кабелот ќе се положи во кабелски ров со:

- песочна подлога и заштитен слој,
- бетонски или ПВЦ заштитни плочи,
- предупредувачка лента,
- кабелски шахти на потребни растојанија.

Металните плаштови на каблите ќе бидат поврзани и заземјени на двата краја.

7. Заштита, мерење и управување

Во рамките на приклучокот ќе бидат имплементирани:

Заштита

- надструјна и земјоспојна заштита,
- диференцијална заштита на трансформаторот,
- далекуводна заштита на 110 kV кабел,
- пренапонска заштита.

Мерење

- мерење на активна и реактивна електрична енергија на 110 kV страна,
- мерни трансформатори согласно барањата на операторот на преносниот систем.

Управување

- далечински надзор и управување,
- можност за систем за надзор и управување интеграција,
- комуникација преку оптички кабел.

8. Систем за заземјување и громобранска заштита

Се предвидува изведба на заеднички систем за заштитно заземјување за трафостаницата и кабелската траса, со отпор во дозволени граници.

Громобранската заштита ќе се реализира со активни и пасивни елементи со цел заштита на електричната опрема и објектите.

9. Испитување и пуштање во работа

По завршување на сите работи ќе се извршат:

- високонапонски испитувања на 110 kV кабелот,
- тестирање на заштитните системи,
- функционални проверки,
- пробна работа,
- технички прием и приклучување кон системот.

10. Приказ на трошоци за приклучок

Табела: Инвестициони трошоци за приклучок

Бр. Опис	Износ (€)
1 Проектирање, ревизии и согласности	120.000
2 Нова ТС 110/20 kV – градежен дел	650.000
3 Енергетски трансформатор 110/20 kV	1.300.000
4 110 kV постројка и опрема	750.000
5 20 kV постројка	320.000
6 110 kV кабел 1,6 km (материјал + монтажа)	650.000
7 Кабелски ров, шахти и заштита	280.000
8 Оптичка комуникација	90.000
9 Заземјување и громобранска заштита	120.000
10 Испитувања и пуштање во работа	130.000
11 Непредвидени трошоци (~10%)	440.000
ВКУПНО ПРИКЛУЧОК	≈ 4.85 милиони €

83. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК МЕГА ВАТ ЧАС СОНЦЕ

Приклучок на батериски систем БССЕ „Љубаш 1“

1. Општ опис

Проектот предвидува вградување на батериски систем за складирање на електрична енергија (БССЕ Љубаш 1) со цел интеграција со веќепостоечка фотонапонска електроцентрала која е приклучена на електродистрибутивниот систем. Основната намена на батерискиот систем е зголемување на флексибилноста во работењето на електраната, подобро управување со произведената електрична енергија и оптимизација на испораката кон мрежата.

Батерискиот систем ќе овозможи складирање на вишоците електрична енергија во периоди со ниска потрошувачка и нивно испорачување во периоди со зголемена побарувачка или повисоки пазарни цени, при што се подобрува искористеноста на постоечкиот производствен капацитет и се намалуваат ограничувањата од страна на мрежата.

2. Концепт на приклучок

Батерискиот систем БССЕ Љубаш 1 се приклучува во рамки на внатрешната електроенергетска инсталација на постоечката фотонапонска електрана, без директен независен приклучок кон дистрибутивната мрежа.

Приклучувањето се реализира на АС страната (наизменична струја-coupled решение), односно на заедничката АС собирница на електраната, поставена по мерното место на операторот на дистрибутивниот систем. Со ваквото решение се овозможува:

- полнење на батериите од фотонапонското производство,
- полнење од електродистрибутивната мрежа,
- празнење на батерискиот систем кон мрежата преку постоечкиот приклучок.

3. Техничко решение на приклучокот

Батерискиот систем се состои од:

- батериски контејнер со интегрирани батериски рекови,
- систем за управување со батерии (BMS),
- систем за конверзија на енергија (PCS – батериски инвертори),
- разводни еднонасочна струја и наизменична струја табли,
- комуникациска и заштитна опрема.

PCS инверторите ја вршат двонасочната конверзија на електричната енергија и се поврзуваат на нисконапонската разводна табла на постоечката трансформаторска станица на електраната.

Поврзувањето не ја менува конфигурацијата на веќепостоечката трансформаторска опрема, туку претставува дополнителен потрошувач/производител во рамки на истата приклучна точка.

4. Електрични инсталации

4.1 еднонасочна струја инсталации

еднонасочна струја страната ги опфаќа врските помеѓу батерискиот контејнер и еднонасочна струја комбинирачките табли, реализирани со подземни енергетски кабли со соодветен пресек, отпорни на надворешни атмосферски влијанија.

4.2 наизменична струја инсталации

наизменична струја поврзувањето се реализира со трифазни нисконапонски кабли од PCS инверторите до постоечката НН разводна табла на трансформаторската станица. Во рамки на ова поврзување се користат постоечки заштитни и прекинувачки елементи.

5. Заштита и заземјување

Целокупната опрема на батерискиот систем се поврзува на постоечкиот систем за заземјување на електраната. Се обезбедува:

- заштитно заземјување на сите метални конструкции,
- поврзување на РЕ проводници,
- изедначување на потенцијали.

Отпорот на заземјување мора да ги задоволува важечките технички прописи и стандарди за електроенергетски објекти.

6. Комуникација и управување

Батерискиот систем се интегрира во постоечкиот систем за надзор и управување (систем за надзор и управување). Комуникацијата се реализира преку:

- индустриска Ethernet мрежа,
- оптичка комуникација кон централниот систем,
- интеграција со постоечкиот datalogger на електраната.

Овозможено е следење на состојбата на батериите, ниво на наполнетост, режими на работа и далечинско управување.

7. Работни режими

Батерискиот систем ќе работи во следни режими:

- полнење од фотонапонска електрана,
- полнење од мрежа,
- празнење кон мрежа,
- автоматско управување преку систем за управување со енергија систем според пазарни сигнали и мрежни услови.

Приказ на трошоци за приклучок

Приклучувањето на новопланираниот батериски систем ќе се врши преку постоечката трафостаница 21(10,5)/x kV како дел од внатрешната инсталација на постоечката фотонапонска електрана на барателот.

84. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК М-6 ЕДЕН ЛОГИСТИКА

Приклучок на батериски систем БССЕ „Чојлија“

1. Општ опис

Проектот предвидува вградување на батериски систем за складирање на електрична енергија со цел интеграција со веќепостоечка фотонапонска електроцентрала која е приклучена на електродистрибутивниот систем. Основната намена на батерискиот систем е зголемување на флексибилноста во работењето на електраната, подобро управување со произведената електрична енергија и оптимизација на испораката кон мрежата.

Батерискиот систем ќе овозможи складирање на вишоците електрична енергија во периоди со ниска потрошувачка и нивно испорачување во периоди со зголемена побарувачка или повисоки пазарни цени, при што се подобрува искористеноста на постоечкиот производствен капацитет и се намалуваат ограничувањата од страна на мрежата.

2. Концепт на приклучок

Батерискиот систем се приклучува во рамки на внатрешната електроенергетска инсталација на постоечката фотонапонска електрана, без директен независен приклучок кон дистрибутивната мрежа.

Приклучувањето се реализира на АС страната (наизменична струја-coupled решение), односно на заедничката АС собирница на електраната, поставена по мерното место на операторот на дистрибутивниот систем. Со ваквото решение се овозможува:

- полнење на батериите од фотонапонското производство,
- полнење од електродистрибутивната мрежа,
- празнење на батерискиот систем кон мрежата преку постоечкиот приклучок.

3. Техничко решение на приклучокот

Батерискиот систем се состои од:

- батериски контејнер со интегрирани батериски рекови,
- систем за управување со батерии (BMS),
- систем за конверзија на енергија (PCS – батериски инвертори),
- разводни еднонасочна струја и наизменична струја табли,
- комуникациска и заштитна опрема.

PCS инверторите ја вршат двонасочната конверзија на електричната енергија и се поврзуваат на нисконапонската разводна табла на постоечката трансформаторска станица на електраната.

Поврзувањето не ја менува конфигурацијата на веќепостоечката трансформаторска опрема, туку претставува дополнителен потрошувач/производител во рамки на истата приклучна точка.

4. Електрични инсталации

4.1 еднонасочна струја инсталации

еднонасочна струја страната ги опфаќа врските помеѓу батерискиот контејнер и еднонасочна струја комбинирачките табли, реализирани со подземни енергетски кабли со соодветен пресек, отпорни на надворешни атмосферски влијанија.

4.2 наизменична струја инсталации

наизменична струја поврзувањето се реализира со трифазни нисконапонски кабли од PCS инверторите до постоечката НН разводна табла на трансформаторската станица. Во рамки на ова поврзување се користат постоечки заштитни и прекинувачки елементи.

5. Заштита и заземјување

Целокупната опрема на батерискиот систем се поврзува на постоечкиот систем за заземјување на електраната. Се обезбедува:

- заштитно заземјување на сите метални конструкции,
- поврзување на РЕ проводници,
- изедначување на потенцијали.

Отпорот на заземјување мора да ги задоволува важечките технички прописи и стандарди за електроенергетски објекти.

6. Комуникација и управување

Батерискиот систем се интегрира во постоечкиот систем за надзор и управување (систем за надзор и управување). Комуникацијата се реализира преку:

- индустриска Ethernet мрежа,
- оптичка комуникација кон централниот систем,
- интеграција со постоечкиот datalogger на електраната.

Овозможено е следење на состојбата на батериите, ниво на наполнетост, режими на работа и далечинско управување.

7. Работни режими

Батерискиот систем ќе работи во следни режими:

- полнење од фотонапонска електрана,
 - полнење од мрежа,
 - празнење кон мрежа,
 - автоматско управување преку систем за управување со енергија систем според пазарни сигнали и мрежни услови.
-

Приказ на трошоци за приклучок

Приклучувањето на новопланираниот батериски систем ќе се врши преку постоечката трафостаница 21(10,5)/x kV како дел од внатрешната инсталација на постоечката фотонапонска електрана на барателот.

85. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК ЕФТ СОЛАР СПОЕНИ

1. Општ опис на проектот

Со предметниот проект се предвидува приклучување на две енергетски целини:

- фотонапонска електроцентрала со интегриран батериски систем во нејзин склоп, и
- батериски систем како самостоен независен проект,

преку заедничка високонапонска приклучна инфраструктура на инвеститорот.

Техничкото решение е проектирано така што двата проекти ќе се приклучат преку единствена трафостаница 110/x kV во сопственост на инвеститорот, која претставува заедничка точка на приклучок кон електропреносниот систем.

2. Концепт на приклучување

Приклучувањето на електроенергетските капацитети ќе се реализира на напонско ниво од 110 kV, преку новопланирано далеководно поле во постоечката трафостаница ТС Овче Поле 110/35/10 kV.

Новопредвидената трафостаница на инвеститорот ќе се поврзе со преносниот систем преку:

- 110 kV далековод или кабелски вод
- ориентациона должина: околу 4 km

со што се обезбедува сигурен, стабилен и стандарден приклучок согласно барањата на операторот на преносниот систем.

3. Трафостаница 110/x kV на инвеститорот

Во рамки на проектот се предвидува изградба на нова високонапонска трафостаница 110/x kV која ќе ја извршува функцијата на:

- собирање на произведената електрична енергија од фотонапонската електроцентрала,
- приклучување на батерискиот систем во склоп на ФЕЦ,
- приклучување на батерискиот систем како самостоен проект.

Основни функции на трафостаницата:

- трансформација од средно напонско ниво кон 110 kV,
- електрична заштита и селективност,
- мерење на електрична енергија,
- управување и далечински надзор.

Трафостаницата ќе биде проектирана како отворена или полуотворена постројка, во согласност со техничките услови и просторните можности.

4. 110 kV приклучен вод

Приклучниот вод ќе обезбеди електрична врска помеѓу:

- трафостаницата 110/x kV на инвеститорот
- и
- новопланираното далеководно поле во ТС Овче Поле 110/35/10 kV.

Карактеристики:

- напонско ниво: 110 kV
- должина: приближно 4 km
- изведба: воздушен далековод или подземен кабел (во зависност од условите на трасата)
- опрема усогласена со важечките стандарди за преносна мрежа.

Трасата е планирана така што минимално ќе влијае врз постоечката инфраструктура и земјоделското земјиште.

5. Приклучување на фотонапонската електроцентрала

Фотонапонската електроцентрала ќе биде приклучена на среднонапонската страна на трафостаницата 110/x kV преку:

- повеќе среднонапонски кабелски водови,
- разводна постројка на СН ниво,
- заштитни, мерни и управувачки полиња.

Произведената електрична енергија од инверторите се трансформира преку step-up трансформатори и се испорачува кон 110 kV страната.

6. Приклучување на батериски систем во склоп на ФЕЦ

Батерискиот систем кој е интегриран во фотонапонската електроцентрала ќе биде поврзан на истата среднонапонска разводна постројка, што овозможува:

- складирање на вишоци од ФЕ производство,
- празнење кон мрежа преку истиот приклучок,
- оптимално управување преку систем за управување со енергија систем.

7. Самостоен батериски систем – посебен проект

Покрај интегрираниот батериски систем, се предвидува и самостоен батериски систем, кој претставува независен енергетски капацитет.

Овој батериски систем:

- има сопствен PCS систем,
- сопствени трансформатори,
- приклучување на среднонапонската страна на трафостаницата 110/x kV,
- независен режим на работа, управување и мерење.

Со ова се овозможува батерискиот систем да учествува како посебен пазарен субјект.

8. Заштита, мерење и управување

Во рамки на приклучокот се предвидуваат:

- далеководна заштита 110 kV,
- трансформаторска заштита,
- мерни трансформатори за напон и струја,
- систем за далечински надзор и управување (систем за надзор и управување),
- телекомуникациска врска со операторот на преносниот систем.

ПРИКАЗ НА ИНВЕСТИЦИОНИ ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК

Табела инвестициони трошоци

Бр.	Опис	Износ (€)
1	Проектирање, ревизии, согласности	180.000
2	Градежен дел ТС 110/20 kV	850.000
3	2 × трансформатор 110/20 kV – 40 MVA	2.600.000

Бр.	Опис	Износ (€)
4	110 kV високонапонска постројка	900.000
5	20 kV среднонапонска постројка	450.000
6	110 kV кабел 4 km (материјал + монтажа)	1.800.000
7	Кабелска галантерија и завршетоци	320.000
8	SCADA и телекомуникации	180.000
9	Заземјување и громобранска заштита	160.000
10	Испитувања и пуштање во работа	140.000
11	Непредвидени трошоци (~10%)	760.000

ВКУПНО ПРИКЛУЧОК:

≈ 8,3 – 8,7 милиони евра

86.АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК ЗЕН ЕНЕРЏИ ГРУП НЕГОТИНО СОЛАР

1. Општ опис

Предмет на овој технички опис е приклучокот на фотонапонската електроцентрала „ФЕЦ Неготино“ на електропреносниот систем на Република Македонија преку новопредвидена трансформаторска станица 110/20 kV во сопственост на инвеститорот.

Приклучокот на електроцентралата ќе се реализира на напонско ниво од 110 kV, со поврзување кон постоечката системска трафостаница на АД МЕПСО – ТС Дуброво, преку подземен 110 kV кабел со ориентациона должина од околу 4 km.

2. Основни технички параметри

- Тип на електрана: фотонапонска електроцентрала
- Напонско ниво на приклучок: 110 kV
- Начин на приклучување: радијален приклучок
- Точка на приклучување: далеководно поле во ТС Дуброво
- Напонско ниво на интерна дистрибуција: 20 kV

- Трансформација: 110/20 kV
- Број на трансформатори: 2
- Моќност на трансформатори: $2 \times 40 \text{ MVA}$

3. Концепт на приклучување

Произведената електрична енергија од фотонапонската електроцентрала се собира на среднонапонско ниво (20 kV) преку внатрешна кабелска мрежа и среднонапонска разводна постројка.

Од среднонапонската страна, електричната енергија се трансформира преку два енергетски трансформатори со поединечна моќност од 40 MVA, со што се обезбедува:

- висока сигурност во работата (N-1 критериум),
- можност за флексибилна експлоатација,
- резервна моќност при сервисни и вонредни состојби.

Од високонапонската страна на трансформаторите, електричната енергија се испорачува кон преносниот систем преку 110 kV кабелски вод до ТС Дуброво.

4. Трафостаница 110/20 kV „ФЕЦ Неготино“

Новопланираната трафостаница 110/20 kV ќе биде изведена како надворешна високонапонска постројка со воздушна изолација и командно-контролен објект.

Основни функционални целини:

- 110 kV постројка со:
 - далеководно поле,
 - две трансформаторски полиња,
- два енергетски трансформатори 110/20 kV, 40 MVA,
- 20 kV среднонапонска постројка,
- систем за сопствено напојување (наизменична струја и еднонасочна струја),
- заштитно-релејна и мерна опрема,
- систем за надзор и управување систем за далечински надзор.

Трафостаницата ќе биде во сопственост на инвеститорот, додека далеководното поле во ТС Дуброво останува во сопственост на АД МЕПСО.

5. 110 kV кабелски приклучок

Приклучокот помеѓу трафостаницата на инвеститорот и ТС Дуброво ќе се реализира со:

- подземен 110 kV кабел со XLPE изолација,
- едножилен систем (3 кабли по фаза),
- ориентациона должина: околу 4 km.

Кабелската траса ќе биде изведена со:

- кабелски ров,
- песочна подлога,
- механичка заштита,
- предупредувачки ленти,
- кабелски шахти на потребни растојанија.

Металните плаштови ќе бидат соодветно заземјени на двата краја.

6. Заштита, мерење и управување

Во рамки на приклучокот се предвидуваат:

Заштитни системи

- диференцијална заштита на трансформатори,
- надструјна и земјоспојна заштита,
- далекуводна заштита 110 kV,
- пренапонска заштита.

Мерење

- мерни трансформатори на 110 kV страна,
- мерење на активна и реактивна електрична енергија согласно условите на МЕРСО.

Управување

- локално и далечинско управување,
- систем за надзор и управување интеграција,
- телекомуникациска врска преку оптички кабел.

7. Заземјување и громобранска заштита

Ќе се изведе заеднички систем за заштитно заземјување на трафостаницата и кабелската траса, со отпор во дозволените граници согласно важечките технички прописи.

Громобранската заштита ќе биде изведена со надворешни и внатрешни заштитни елементи.

8. Испитувања и пуштање во работа

По завршување на сите монтажни работи ќе се извршат:

- високонапонски испитувања на 110 kV кабел,
- тестирање на заштитни релени,
- функционални проверки,
- пробна работа,
- технички прием и приклучување на електроцентралата.

ПРИКАЗ НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК

(адаптирани за изведба во Република Македонија)

! Во трошоците не се вклучени:

- фотонапонски панели и инвертори
- батериски системи
- внатрешна ФЕ опрема

Табела – инвестициони трошоци

Бр.	Опис	Износ (€)
1	Проектирање, ревизии, согласности	180.000
2	Градежен дел ТС 110/20 kV	850.000
3	2 × трансформатор 110/20 kV – 40 MVA	2.600.000
4	110 kV високонапонска постројка	900.000
5	20 kV среднонапонска постројка	450.000
6	110 kV кабел 4 km (материјал + монтажа)	1.800.000

Бр.	Опис	Износ (€)
7	Кабелска галантерија и завршетоци	320.000
8	SCADA и телекомуникации	180.000
9	Заземјување и громобранска заштита	160.000
10	Испитувања и пуштање во работа	140.000
11	Непредвидени трошоци (~10%)	760.000

ВКУПНО ПРИКЛУЧОК:

≈ 8,3 – 8,7 милиони евра

**87.АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК БАЛКАН СОЛАР ГРОУП ДОО
КОЧАНИ ФОТОВОЛТАИЧНА ЕЛЕКТРАНА “СОКОЛАРЦИ”**

1. Општ опис

Предмет на овој технички опис е приклучокот на фотонапонската електроцентрала „ФЕЦ Соколарци“ на електропреносниот систем на Република Македонија преку новопланирана трафостаница со напонски нивоа 400/110/35 kV, изградена во рамки на енергетскиот комплекс на инвеститорот.

Со оглед на големиот инсталиран капацитет на електраната, приклучувањето е предвидено на 400 kV напонско ниво, со што се обезбедува сигурна евакуација на произведената електрична енергија и стабилна работа на преносниот систем.

2. Основни технички параметри

- Тип на електрана: фотонапонска електроцентрала
- Напонско ниво на приклучок: 400 kV
- Начин на приклучување: радијален приклучок со дупли далековод
- Точка на приклучување: постоечки 400 kV далековод кон ТС Штип НОВА
- Напонски нивоа во приклучна трафостаница: 400 / 110 / 35 kV

Трансформаторска опрема:

- 3 × енергетски трансформатори 400/110/35 kV – 200 MVA
- 10 × енергетски трансформатори 110/35 kV со моќност согласно проектната конфигурација

3. Концепт на приклучување

Произведената електрична енергија од фотонапонската електроцентрала се собира на 35 kV напонско ниво преку внатрешна кабелска мрежа и среднапонска разводна постројка.

Од 35 kV ниво, енергијата се трансформира преку 10 трансформатори 110/35 kV, со што се формира 110 kV собирачки систем.

Понатаму, електричната енергија се трансформира преку три главни енергетски трансформатори 400/110/35 kV со моќност од по 200 MVA, преку кои се врши директна испорака во електропреносната мрежа на 400 kV напонско ниво.

Овој концепт овозможува:

- модуларна изградба,
- независна работа по трансформаторски блокови,
- висока сигурност (N-1 критериум),
- можност за фазно пуштање во работа.

4. Трафостаница 400/110/35 kV „Соколарци“

Новопланираната трафостаница претставува централна приклучна точка помеѓу фотонапонската електроцентрала и електропреносниот систем.

4.1 400 kV постројка

- отворена, воздушно изолирана постројка (AIS),
- дупли систем на собирници,
- трансформаторски полиња,
- далеководни полиња,
- спојни и мерни полиња.

4.2 110 kV постројка

- отворена или полуотворена изведба,
- полиња за 110/35 kV трансформатори,
- собирнички систем со висока сигурност,
- резервни полиња за идни проширувања.

4.3 35 kV постројка

- внатрешна постројка со металоклопени ќелии,
 - вакуумски прекинувачи,
 - секционирање по блокови на електраната.
-

5. Енергетски трансформатори

5.1 Главни трансформатори

- тип: 400/110/35 kV
- моќност: 200 MVA
- број: 3 парчиња
- систем на ладење: ONAN/ONAF
- регулација на напон под товар (OLTC)

5.2 Средни трансформатори

- тип: 110/35 kV
- број: 10 парчиња
- функција: блоковска трансформација и собирање на производството.

Секој трансформатор е опремен со комплетна заштита, мониторинг на масло, температура, гасови и далечинско следење.

6. 400 kV далеководен приклучок

Приклучувањето на трафостаницата „Соколарци“ кон електропреносната мрежа ќе се реализира преку:

- дупли 400 kV далековод,
- ориентациона должина: околу 4 km,
- приклучување кон постоечкиот 400 kV далековод што води кон ТС Штип НОВА.

Далеководот ќе биде изведен со:

- челично-решеткасти столбови,
- фазни проводници со соодветен пресек,
- заштитни јажиња со ОПТИЧКО ЗАЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ влакна,
- комплетна громобранска заштита.

7. Заштита, мерење и управување

Системот ќе биде опремен со:

- далекуводна заштита 400 kV (диференцијална и дистанциска),
 - трансформаторска диференцијална заштита,
 - заштита од земјоспој и преоптоварување,
 - мерни трансформатори за струја и напон,
 - систем за надзор и управување систем за далечински надзор,
 - телекомуникација со операторот на преносниот систем.
-

8. Заземјување и безбедност

Ќе се изгради интегриран заземјувачки систем за целата трафостаница и далеководната траса, со отпор во дозволените граници согласно важечките технички прописи.

Предвидени се и системи за:

- громобранска заштита,
- противпожарна заштита на трансформатори,
- контрола на пристап и видео надзор.

9. Испитувања и пуштање во работа

По завршување на работите ќе се извршат:

- механички и електрични испитувања,
- високонапонски тестови,
- тестирање на заштитите и управувањето,
- синхронизација со мрежата,
- пробна и комерцијална работа.

ПРИКАЗ НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК

Инвестициони трошоци (ориентативни)

Бр.	Опис	Износ (€)
1	Проектирање, студии, согласности	900.000
2	Градежен дел ТС 400/110/35 kV	5.500.000
3	3 × трансформатори 400/110/35 kV – 200 MVA	33.000.000 – 36.000.000
4	10 × трансформатори 110/35 kV	9.000.000 – 11.000.000
5	400 kV постројка	7.500.000
6	110 kV постројка	4.500.000
7	35 kV постројка	3.600.000
8	Дупли 400 kV далековод ≈ 4 km	7.000.000 – 8.500.000
9	ОПТИЧКО ЗАЗЕМЈУВАЧКО ЈАЖЕ и телскомуникации	1.300.000
10	Заземјување и громобран	1.000.000
11	SCADA и управување	1.200.000
12	Испитувања и пуштање во работа	900.000
13	Непредвидени трошоци (~10%)	6.000.000

ВКУПНО ПРИКЛУЧОК:

≈ 80 – 88 милиони евра

88. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК ДИТУ БС ЉУБАШ ДООЕЛ ЉУБАШ 2**1. Општ опис**

Со предметниот проект се предвидува вградување на батериски систем за складирање на електрична енергија – БССЕ „Љубаш 2“, во рамки на векепостоечка фотонапонска електроцентрала приклучена на електродистрибутивниот систем на Република Македонија.

Основната намена на батерискиот систем е зголемување на флексибилноста во работењето на електраната, оптимизација на испораката на електрична енергија кон мрежата и овозможување напредни режими на работа како што се балансирање на производство, управување со врвни оптоварувања и учество на пазарот на електрична енергија.

2. Основни технички параметри

- Тип на систем: батериски систем за складирање на електрична енергија (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ)
- Начин на приклучување: во рамки на постоечка ФЕЦ
- Напонско ниво на приклучок: среден напон (20 kV)
- Моќност на батерискиот систем: согласно проектната документација

7. Идејно решение БССЕ Љубаш 2

- Режим на работа: двонасочен (полнење / празнење)
- Тип на батерии: литиум-јонски, контејнерска изведба

3. Концепт на приклучување

Батерискиот систем ќе биде приклучен во внатрешната електроенергетска инсталација на постоечката фотонапонска електроцентрала, без формирање на посебна приклучна точка кон дистрибутивната мрежа.

Приклучувањето се реализира на АС страната (наизменична струја-coupled решение), на заедничката среднонапонска собирница на електраната, поставена по мерното место на операторот на дистрибутивниот систем.

Со ова решение се овозможува:

- полнење на батериите од фотонапонско производство,
- полнење од дистрибутивната мрежа,
- празнење на батерискиот систем кон мрежата преку постоечкиот приклучок.

4. Состав на батерискиот систем

БССЕ „Љубаш 2“ се состои од следните функционални целини:

- батериски контејнери со батериски модули,
- систем за управување со батерии (BMS),
- систем за конверзија на енергија – PCS инвертори,
- трансформаторска опрема за поврзување на среднонапонско ниво,
- заштитна, мерна и управувачка опрема,
- системи за ладење, противпожарна заштита и мониторинг.

Трансформацијата од нисконапонско кон среднонапонско ниво се врши преку типски трансформаторски станици, кои се дел од приклучокот.

5. Трансформаторски станици

За приклучување на батерискиот систем се предвидува инсталација на компактни трансформаторски станици, со преносен однос типично 20/0,8 kV (или еквивалентно согласно проектот).

Трансформаторските станици обезбедуваат:

- сигурна трансформација на енергијата,
- електрична селективност,
- можност за независно исклучување на батерискиот систем,
- усогласување со техничките услови на операторот на дистрибутивниот систем.

6. Каблирање и електрични врски

6.1 еднонасочна струја страна

еднонасочна струја каблирањето ги поврзува батериските модули со PCS инверторите и е изведено со кабли соодветни на максималните еднонасочна струја напони и струи.

6.2 наизменична струја страна

наизменична струја поврзувањето се реализира со:

- нисконапонски кабли помеѓу PCS и трансформаторите,
- среднонапонски кабли од трансформаторските станици до СН разводната постројка на електраната.

Каблите се положуваат во кабелски ровови со соодветна механичка и електрична заштита.

7. Заштита и заземјување

Сите метални делови на батерискиот систем и трансформаторските станици се поврзуваат на постоечкиот заземјувачки систем на електраната.

Предвидени се:

- заштита од краток спој и преоптоварување,
- земјоспојна заштита,
- пренапонска заштита,
- изедначување на потенцијали.

8. Управување и надзор

Батерискиот систем е опремен со систем за управување со енергија систем кој овозможува:

- автоматско управување со полнење и празнење,
- следење на состојбата на батериите,
- далечински надзор,
- интеграција со систем за надзор и управување системот на фотонапонската електроцентра.

9. Испитувања и пуштање во работа

Пред пуштање во редовна експлоатација ќе се извршат:

- функционални тестови на PCS системот,
- тестирање на заштитите,
- испитување на трансформаторските станици,
- пробна работа на батерискиот систем.

ПРИКАЗ НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК

Приклучувањето на новопланираниот батериски систем ќе се врши преку постоечката трафостаница 21(10,5)/x kV како дел од внатрешната инсталација на постоечката фотонапонска електрана на барателот.

89. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК ЕКОМЕН

1. Општ опис

Со предметниот проект се предвидува приклучување на фотонапонска електроцентрала на електродистрибутивната мрежа на Република Македонија. Електроцентралата припаѓа на групата на дистрибуирани производни извори на електрична енергија, кои работат паралелно со јавната среднонапонска мрежа.

Произведената електрична енергија од фотонапонските модули преку инверторски систем се трансформира на среднонапонско ниво и се испорачува во дистрибутивната мрежа, при што се обезбедува сигурна, стабилна и технички усогласена работа на постројката.

2. Основни технички параметри

- Тип на електрана: фотонапонска електроцентрала
- Начин на приклучување: директно на дистрибутивна мрежа
- Напонско ниво на приклучок: 20 kV
- Должина на приклучниот кабел: околу 400 m
- Точка на приклучување: постоечки 20 kV кабел
- Тип на приклучок: кабелски
- Трансформатор: согласно проектната документација

3. Концепт на приклучување

Приклучувањето на фотонапонската електроцентрала се реализира на 20 kV среднонапонско ниво, преку новопредвиден приклучен кабел кој се поврзува на векепостоечки 20 kV кабел од дистрибутивната мрежа.

Произведената електрична енергија од фотонапонските инвертори се собира на нисконапонско ниво и преку енергетски трансформатор се трансформира на 20 kV, од каде што се испорачува кон дистрибутивната мрежа.

4. Трансформаторска станица

За потребите на приклучокот се предвидува инсталација на типска трансформаторска станица 20/0,8 kV (или еквивалентна согласно проектот).

Трансформаторската станица ги извршува следните функции:

- трансформација на електричната енергија од ниско на среднонапонско ниво,

- електрична заштита и селективност,
- безбедно приклучување кон дистрибутивната мрежа,
- можност за локално и далечинско исклучување.

Моќноста на трансформаторот е определена согласно инсталираниот капацитет на фотонапонската електроцентра.

5. Среднонапонски кабелски приклучок

Приклучокот кон дистрибутивната мрежа ќе се изведе со:

- подземен 20 kV кабел со XLPE изолација,
- ориентациона должина: околу 400 m,
- кабелски ров со песочна подлога, механичка заштита и предупредувачка лента.

На точката на приклучување ќе се изведе кабелска спојка со постоечкиот 20 kV кабел, во согласност со техничките услови на операторот на дистрибутивниот систем.

6. Заштита и селективност

Во рамки на приклучокот се предвидуваат следните заштитни мерки:

- надструјна заштита,
- земјоспојна заштита,
- пренапонска заштита,
- селективно исклучување при дефект.

Заштитите се усогласени со мрежните правила и техничките услови на операторот на дистрибутивната мрежа.

7. Заземјување и громобранска заштита

Сите метални делови на трансформаторската станица и електричната опрема се поврзуваат на систем за заштитно заземјување.

Се обезбедува:

- изедначување на потенцијали,
 - заштита од атмосферски празнења,
 - отпор на заземјување во дозволените граници согласно важечките прописи.
-

8. Испитувања и пуштање во работа

По завршување на монтажните работи ќе се извршат:

- мерења на изолација на каблите,
- функционално тестирање на заштитите,
- проверка на трансформаторот,
- пробна работа,
- приклучување во дистрибутивната мрежа.

ПРИКАЗ НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК

(адаптирани за изведба во Република Македонија)

! Во трошоците не се вклучени:

- фотонапонски панели
- инвертори
- конструкција и ФЕ опрема

✓ Трансформаторот е вклучен како дел од приклучокот.

Ориентативни инвестициони трошоци

Бр.	Опис	Износ (€)
1	Проектирање, ревизија и согласности	15.000 – 20.000
2	Типска ТС 20/0,8 kV со трансформатор	110.000 – 150.000
3	Среднонапонска разводна опрема	35.000 – 50.000
4	20 kV кабел (400 m)	40.000 – 55.000
5	Кабелски ров, песок, заштита	25.000 – 35.000
6	Кабелски спојки и галантерија	15.000 – 20.000
7	Заземјување и громобран	10.000 – 15.000
8	Испитувања и пуштање во работа	8.000 – 12.000

Вкупна ориентативна вредност на приклучокот:

≈ 260.000 – 355.000 €

90.АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК БИХ СОЛАР ЕНЕРЏИ

1. Општ опис

Со предметниот проект се предвидува изградба и приклучување на батериски систем за складирање на електрична енергија со инсталирана моќност од 35 MW и вкупен енергетски капацитет од 70 MWh, на електропреносниот систем на Република Македонија.

Батерискиот систем е наменет за обезбедување системски услуги, балансирање на електроенергетскиот систем, стабилизација на напон и фреквенција, како и за оптимизација на испораката на електрична енергија во услови на зголемено учество на обновливи извори на енергија.

Приклучувањето на батерискиот комплекс ќе се реализира преку новопредвидена трафостаница 110/x kV со инсталирана трансформаторска моќност од 40 MVA, која ќе биде изградена во рамки на локацијата на инвеститорот.

2. Основни технички параметри

- Тип на постројка: батериски систем за складирање на електрична енергија (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ)
- Инсталирана активна моќност: 35 MW
- Енергетски капацитет: 70 MWh
- Напонско ниво на приклучок: 110 kV
- Трансформаторска моќност: 40 MVA
- Тип на приклучок: кабелски
- Должина на приклучен кабел: ориентационо 4 km
- Точка на приклучување: ТС Штип НОВА
- Режим на работа: двонасочен (полнење и празнење)

3. Концепт на приклучување

Батерискиот систем е поврзан со електроенергетската мрежа преку сопствена трафостаница 110/x kV, која претставува главна интерфејс точка помеѓу батерискиот комплекс и електропреносниот систем.

Електричната енергија од батериските модули преку системите за конверзија на енергија (PCS) се трансформира на среднапонско ниво, по што преку енергетски трансформатор се врши трансформација на 110 kV и испорака кон преносната мрежа.

Со ваквото техничко решение се овозможува:

- независна и контролирана испорака на енергија,
- полнење на батериите од мрежа,
- активна поддршка на системските потреби,
- висока флексибилност во експлоатацијата.

4. Трафостаница 110/x kV

За потребите на батерискиот комплекс се предвидува изградба на нова трафостаница со следните карактеристики:

- напонски нивоа: 110/x kV,
- енергетски трансформатор со номинална моќност 40 MVA,
- регулација на напон под товар (OLTC),
- систем за сопствено напојување (наизменична струја и еднонасочна струја),
- заштитно-релејна и мерна опрема.

Трафостаницата ќе биде опремена со:

- 110 kV високонапонска постројка (AIS или GIS),
- среднапонска разводна постројка,
- командно-контролен објект,
- систем за надзор и управување систем за далечински надзор и управување.

5. 110 kV кабелски приклучок

Приклучувањето на трафостаницата на инвеститорот кон електропреносниот систем ќе се реализира преку 110 kV подземан кабел со XLPE изолација, со ориентациона должина од околу 4 km.

Кабелската врска ќе се изведе помеѓу трафостаницата на барателот и трафостаницата ТС Штип НОВА, при што ќе се обезбеди:

- соодветна механичка заштита,
 - кабелски шахти и спојки,
 - заземјување на металните плаштови,
 - усогласеност со техничките услови на операторот на преносниот систем.
-

6. Заштита, мерење и управување

Системот ќе биде опремен со комплетна заштитна и управувачка опрема која вклучува:

- трансформаторска диференцијална заштита,
- далекуводна и кабелска заштита 110 kV,
- заштита од земјоспој и преоптоварување,
- мерење на активна и реактивна електрична енергија,
- телекомуникациска врска со диспечерскиот центар.

Управувањето со батерискиот систем ќе биде интегрирано со системот на операторот на преносниот систем.

7. Заземјување, безбедност и противпожарна заштита

Ќе се изгради единствен заземјувачки систем за трафостаницата, кабелската траса и батерискиот комплекс, со вредности во дозволените граници согласно важечките прописи.

Дополнително се предвидуваат:

- громобранска заштита,
- систем за рана детекција на пожар,
- автоматско гаснење во критични зони,
- видео надзор и контрола на пристап.

8. Испитувања и пуштање во работа

По завршување на сите градежно-монтажни активности ќе се извршат:

- високонапонски испитувања на 110 kV кабелот,
 - тестирање на заштитно-релејната опрема,
 - функционални тестови на управувачките системи,
 - пробна и комерцијална експлоатација.
-

ПРИКАЗ НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК

Ориентативни инвестициони трошоци

Бр.	Опис	Износ (€)
1	Проектирање, студии и согласности	300.000 – 450.000
2	Градежен дел на ТС 110/x kV	1.300.000 – 1.700.000
3	Енергетски трансформатор 110/x kV – 40 MVA	2.200.000 – 2.700.000
4	110 kV високонапонска постројка	1.600.000 – 2.100.000
5	Среднонапонска разводна опрема	700.000 – 1.000.000
6	110 kV кабел ~4 km (материјал + монтажа)	1.900.000 – 2.400.000
7	Кабелска галантерија и завршетоци	300.000 – 400.000
8	SCADA и телекомуникации	450.000 – 650.000
9	Заземјување и громобранска заштита	250.000 – 350.000
10	Испитувања и пуштање во работа	250.000 – 350.000
11	Непредвидени трошоци (~10%)	1.100.000 – 1.400.000

Вкупна ориентативна вредност на приклучокот:

≈ 12 – 15 милиони евра

91. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК ПП ГРЕЕН ЕНЕРГИЈА ДОО ПРИЛЕП

1. Општ опис

Со предметниот проект се предвидува приклучување на фотонапонска електроцентрала со инсталирана моќност од 3 MW на електродистрибутивниот систем на Република Македонија.

Фотонапонската електроцентрала е лоцирана на подрачје на Општина Прилеп и ќе биде приклучена на среднонапонско ниво 20 kV, преку кабелска врска до постоечката трафостаница ТС Прилеп 1, 110/35/20 kV, која претставува точка на приклучување кон дистрибутивната мрежа.

Проектното решение овозможува сигурен и стабилен пренос на произведената електрична енергија кон мрежата, при што се исполнети сите технички услови за паралелна работа со електроенергетскиот систем.

2. Основни технички параметри

- Тип на постројка: фотонапонска електроцентрала
- Инсталирана моќност: 3 MW
- Напонско ниво на приклучок: 20 kV
- Тип на приклучок: кабелски
- Должина на 20 kV кабел: ориентационо 4.000 m
- Точка на приклучување: ТС Прилеп 1 – 110/35/20 kV
- Тип на трансформатор: дистрибутивен трансформатор
- Моќност на трансформаторот: 3 MVA

3. Концепт на приклучување

Произведената електрична енергија од фотонапонската електроцентрала преку инвертерскиот систем се трансформира од нисконапонско ниво на среднонапонско ниво преку сопствен трансформатор со моќност од 3 MVA.

Од трансформаторската станица на инвеститорот, електричната енергија се пренесува до дистрибутивната мрежа преку 20 kV подземан кабел, кој се приклучува во постоечката трафостаница ТС Прилеп 1.

Со ова решение се овозможува:

- целосна контрола на испораката на енергија,
- сигурна паралелна работа со мрежата,
- минимални загуби во преносот,
- усогласеност со техничките правила на операторот на дистрибутивниот систем.

4. Трансформаторска станица

За потребите на приклучокот се предвидува сопствена трансформаторска станица на инвеститорот со следниве основни карактеристики:

- номинален напон: 20/0,8 kV,
- инсталирана моќност: 3 MVA,
- тип: компактна префабрикувана трансформаторска станица,
- среднонапонска разводна опрема со заштитни и прекинувачки елементи,
- нисконапонска разводна табла за приклучување на инвертерите.

Трансформаторот е димензиониран согласно максималната инсталирана моќност на фотонапонската електроцентрала и условите за краткотрајно преоптоварување.

5. 20 kV кабелска врска

Приклучувањето до дистрибутивната мрежа ќе се реализира со:

- подземан среднонапонски кабел тип NA2XS(2)Y или еквивалентен,
- номинален напон 20 kV,
- ориентациона должина од околу 4 km.

Кабелската траса ќе биде изведена со:

- песочна постелка,
- механичка заштита,
- предупредувачка трака,
- кабелски спојки и терминални завршетоци во трафостаниците.

6. Заштита, мерење и управување

Во рамките на приклучокот ќе бидат обезбедени следните системи:

- среднонапонска заштита од краток спој и земјоспој,
- заштита од пренапони,
- мерење на активна и реактивна енергија,
- можност за далечинско исклучување по барање на операторот.

Системот ќе овозможи целосно усогласена работа со електродистрибутивната мрежа.

7. Заземјување и безбедност

Ќе се изгради заземјувачки систем кој ќе ги опфати:

- трансформаторската станица,
- кабелските метални плаштови,
- заштитните и мерните уреди.

Системот ќе обезбеди безбедност на персоналот и стабилност при појава на дефекти.

8. Испитувања и пуштање во работа

По завршување на монтажните активности ќе се спроведат:

- мерење на отпор на изолација на 20 kV кабелот,
 - функционални тестови на заштитите,
 - проверка на мерната опрема,
 - пробна работа и пуштање во редовна експлоатација.
-

ПРИКАЗ НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК

Ориентативни инвестициони трошоци

Бр.	Опис	Износ (€)
1	Проектирање и согласности	80.000 – 120.000
2	Префабрикувана ТС 20/0,8 kV (објект)	180.000 – 250.000
3	Трансформатор 3 MVA 20/0,8 kV	250.000 – 320.000
4	Среднапонска опрема 20 kV	120.000 – 170.000
5	Нисконапонска разводна табла	60.000 – 90.000
6	20 kV кабел ~4 km (материјал + монтажа)	600.000 – 800.000
7	Кабелски спојки и завршетоци	70.000 – 100.000
8	Заземјување и громобран	40.000 – 60.000
9	Испитувања и пуштање во работа	30.000 – 50.000
10	Непредвидени трошоци (~10%)	150.000 – 200.000

Вкупна ориентативна вредност на приклучокот:

≈ 1,6 – 2,1 милиони евра

92. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК ДИТУ СКАЈ СОЛАР ДООЕЛ СКОПЈЕ

1. Општ опис

Со предметниот проект се предвидува изградба и приклучување на фотонапонска електроцентрала со инсталирана моќност од 110 MW, заедно со батериски систем за складирање на електрична енергија со моќност од 30 MW и капацитет од 60 MWh, на електропреносниот систем на Република Македонија.

Проектот претставува интегриран енергетски комплекс составен од фотонапонска електроцентрала и батериски систем, со цел зголемување на флексибилноста на производството, оптимизација на испораката на електрична енергија и обезбедување системски услуги кон електроенергетскиот систем.

Приклучувањето на електроенергетскиот објект ќе се реализира преку новопланирана трафостаница 110/x kV, изградена во рамките на локацијата на инвеститорот, која ќе претставува заедничка приклучна точка за фотонапонската електроцентрала и батерискиот комплекс.

2. Основни технички параметри

- Тип на објект: фотонапонска електроцентрала со батериски систем
- Инсталирана моќност на ФЕЦ: 110 MW
- Моќност на батериски систем: 30 MW
- Капацитет на батериски систем: 60 MWh
- Напонско ниво на приклучок: 110 kV
- Трансформаторска моќност: 3×40 MVA (вкупно 120 MVA)
- Тип на приклучок: кабелски
- Должина на 110 kV кабел: ориентационо 4 km
- Точка на приклучување: ТС Пробиштип
- Режим на работа: паралелна работа со електропреносниот систем

3. Концепт на приклучување

Произведената електрична енергија од фотонапонската електроцентрала и електричната енергија од батерискиот систем ќе се соберат на среднонапонско ниво преку интерната електроенергетска мрежа на комплексот.

Преку сопствена собирна трафостаница 110/x kV се врши трансформација на напонот од среднонапонско ниво на 110 kV, по што електричната енергија се испорачува кон електропреносната мрежа.

Батерискиот систем овозможува двонасочен проток на енергија, односно:

- полнење на батериите во периоди на високо производство и ниска побарувачка,
- празнење и испорака на енергија во периоди на зголемена побарувачка или пазарна оптимизација.

4. Трафостаница 110/x kV

За потребите на приклучокот се предвидува изградба на нова трафостаница со следниве основни карактеристики:

- напонски нивоа: 110/x kV
- број на енергетски трансформатори: 3
- номинална моќност по трансформатор: 40 MVA
- вкупна трансформаторска моќност: 120 MVA
- регулација на напон под товар (OLTC)

Трафостаницата ќе опфати:

- 110 kV високонапонска постројка со далекуводно поле и три трансформаторски полиња,
- среднонапонска разводна постројка,
- командно-контролен објект со секундарна опрема,
- системи за сопствено напојување (наизменична струја и еднонасочна струја),
- систем за надзор и управување систем за далечинско управување и мониторинг.

5. 110 kV кабелски приклучок

Приклучувањето на трафостаницата на инвеститорот кон електропреносниот систем ќе се реализира преку 110 kV подземен кабел со XLPE изолација, со ориентациона должина од приближно 4 km.

Кабелската врска ќе биде изведена помеѓу:

- трафостаницата 110/x kV на инвеститорот и
- постоечката трафостаница ТС Пробиштип.

Изведбата ќе опфати:

- кабелски ров,
- песочна постелка и механичка заштита,
- кабелски спојки и терминални глави,
- заземјување на металните плаштови.

6. Заштита, мерење и управување

Проектот предвидува комплетен систем за:

- трансформаторска диференцијална заштита,
- далекуводна и кабелска заштита 110 kV,
- заштита од земјоспој и преоптоварување,
- мерење на активна и реактивна електрична енергија,
- комуникација со диспечерскиот центар на операторот на преносниот систем.

7. Заземјување и безбедност

Ќе се изгради централен заземјувачки систем кој ќе ги опфати:

- трафостаницата,
- кабелската траса,
- металните конструкции и опрема.

Предвидена е и комплетна:

- громобранска заштита,
 - противпожарна заштита,
 - контрола на пристап и видео надзор.
-

8. Испитувања и пуштање во работа

По завршување на сите градежно-монтажни работи ќе се извршат:

- високонапонски испитувања на кабелскиот систем,
- тестирање на заштитите и мерната опрема,
- функционални испитувања на систем за надзор и управување системот,
- пробна и комерцијална експлоатација.

ПРИКАЗ НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК

Ориентативни инвестициони трошоци

Бр.	Опис	Износ (€)
1	Проектирање, студии и согласности	500.000 – 700.000
2	Градежен дел на ТС 110/x kV	2.500.000 – 3.200.000
3	3 × енергетски трансформатори 40 MVA	6.500.000 – 7.800.000
4	110 kV високонапонска постројка	2.800.000 – 3.600.000
5	Среднонапонска разводна опрема	1.200.000 – 1.600.000
6	110 kV кабел ~4 km (материјал + монтажа)	2.000.000 – 2.600.000
7	Кабелска галантерија и завршетоци	350.000 – 450.000
8	SCADA и телекомуникации	600.000 – 900.000
9	Заземјување и громобранска заштита	350.000 – 500.000
10	Испитувања и пуштање во работа	300.000 – 450.000
11	Непредвидени трошоци (~10%)	2.000.000 – 2.500.000

Вкупна ориентативна вредност на приклучокот:

≈ 21 – 26 милиони евра

93.АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК БИГ МЕГА МАКЕДОНИЈА ШТИП**1. Општ опис**

Со предметниот проект се предвидува изградба на фотонапонска електроцентрала со инсталирана моќност од 74,8 MW, како и батериски систем за складирање на електрична енергија со моќност од 22 MW и капацитет од 44 MWh.

Целта на проектот е производство на електрична енергија од обновлив извор, како и зголемување на флексибилноста и стабилноста на електроенергетскиот систем преку вградување на батериски систем кој овозможува апсорпција, складирање и повторно предавање на електрична енергија во мрежа.

Фотонапонската електроцентрала и батерискиот систем ќе функционираат како единствен енергетски комплекс и ќе бидат приклучени на електропреносната мрежа преку заедничка трансформаторска станица на инвеститорот.

2. Техничко решение за приклучок**2.1 Трафостаница на инвеститорот**

За потребите на приклучокот се предвидува изградба на нова трафостаница 110/x kV, со вкупна инсталирана трансформаторска моќност од:

- $2 \times 40 \text{ MVA} = 80 \text{ MVA}$

Трафостаницата ќе служи за трансформација на електричната енергија од среднонапонско ниво кон високонапонско ниво од 110 kV, преку кое електраната и батерискиот систем ќе се поврзат со електропреносниот систем.

Во состав на трафостаницата се предвидува:

- 110 kV разводна постројка (надворешна или компактна GIS изведба),
- трансформаторски полиња за двата енергетски трансформатори,
- водно поле 110 kV,
- мерно поле,
- командно-контролен објект со примарна и секундарна опрема,
- системи за сопствена потрошувачка (наизменична струја/еднонасочна струја),
- системи за заштита, управување, мерење и систем за надзор и управување комуникација,
- заземјување и громобранска заштита.

2.2 Енергетски трансформатори

Во трафостаницата се предвидува инсталација на:

- два трофазни енергетски трансформатори 110/x kV,
- номинална моќност: 40 MVA по трансформатор,
- ладење: ONAN/ONAF,
- со можност за регулација на напон под товар (OLTC).

Трансформаторите обезбедуваат сигурен пренос на произведената електрична енергија од фотонапонската електрана и батерискиот систем кон преносната мрежа.

3. Приклучок на електропреносната мрежа

Приклучокот на енергетскиот комплекс ќе се реализира преку 110 kV кабелски вод, со ориентациона должина од:

- околу 4 km

Кабелскиот вод ќе ја поврзува трафостаницата на инвеститорот со постоечката трафостаница ТС Штип НОВА.

Основни карактеристики на приклучокот:

- напонско ниво: 110 kV,
- тип на вод: подземен кабелски вод,
- едно водно поле во ТС Штип НОВА,
- комплетна заштита од пренапони,
- телекомуникациска и сигнална поврзаност со диспечерскиот центар.

Границата на разграничување помеѓу инвеститорот и операторот на преносниот систем ќе биде дефинирана во согласност со Мрежните правила за пренос на електрична енергија.

4. Системи за заштита и управување

За безбедна и сигурна работа на електроенергетскиот комплекс се предвидуваат:

- диференцијална заштита на трансформаторите,
- далекуводна заштита 110 kV,
- заштита од пренапони,
- автоматска регулација на напон,
- систем за далечински надзор и управување (систем за надзор и управување),
- интеграција со системите на операторот на преносната мрежа.

5. Заземјување и громобранска заштита

Целокупниот објект ќе биде опремен со:

- заеднички систем за заземјување,
 - мрежа од заземјувачи околу трафостаницата,
 - громобранска заштита на сите објекти и опрема,
 - усогласеност со важечките стандарди и прописи во Република Македонија.
-

6. Приказ на трошоци за приклучок

(ориентациони вредности – Република Македонија)**

Во трошоците не се опфатени:

- фотонапонски панели и инвертори
- батериски систем и батериски контејнери
- интерна еднонасочна струја и наизменична струја опрема во електраната

Опфатени се исклучиво трошоците за приклучок.

Бр.	Опис	Ориентационен трошок (€)
1	Два енергетски трансформатори 110/x kV, 40 MVA	7.000.000 – 8.000.000
2	110 kV разводна постројка (полиња, прекинувачи, мерна опрема)	3.000.000 – 3.500.000
3	Командно-контролен објект и секундарна опрема	1.200.000 – 1.500.000
4	110 kV кабелски вод ~4 km (кабел, ров, полагање)	4.000.000 – 4.800.000
5	Кабелски завршници, одводници, приклучок во ТС Штип НОВА	600.000 – 800.000
6	Систем за заземјување и громобранска заштита	300.000 – 400.000
7	Проектирање, надзор, тестирања и пуштање во работа	400.000 – 600.000

Вкупна ориентациона вредност на приклучокот:

16 – 20 милиони евра

(реални вредности за 110 kV приклучок во Република Македонија)

94.АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК СУШЕВО 1

1. Општ опис

Со предметниот проект се предвидува изградба и приклучување на фотонапонска електроцентрала со инсталирана моќност од 129 MW, како и батериски систем за складирање на електрична енергија со моќност од 40 MW и капацитет од 200 MWh.

Енергетскиот комплекс ќе функционира како интегриран систем составен од фотонапонска електроцентрала и батериски систем, со цел подобрување на стабилноста на електроенергетскиот систем, намалување на ограничувањата во испораката и овозможување флексибилно управување со произведената електрична енергија.

Приклучувањето на комплексот ќе се реализира на напонско ниво 110 kV, преку сопствена трафостаница на инвеститорот, која ќе претставува единствена приклучна точка кон електропреносната мрежа.

2. Основни технички параметри

- Инсталирана моќност на ФЕЦ: 129 MW
- Моќност на батериски систем: 40 MW
- Капацитет на батериски систем: 200 MWh
- Напонско ниво на приклучок: 110 kV
- Трафостаница: 110/x kV
- Број на трансформатори: 4×40 MVA
- Вкупна трансформаторска моќност: 160 MVA
- Тип на приклучок: подземен кабелски вод
- Ориентациона должина на 110 kV кабел: околу 4 km
- Точка на приклучување: ТС Штип НОВА

3. Концепт на приклучување

Произведената електрична енергија од фотонапонската електроцентрала и електричната енергија од батерискиот систем се собираат на среднонапонско ниво преку внатрешната електроенергетска мрежа на комплексот.

Преку трансформаторската станица 110/x kV се врши трансформација на напонот кон 110 kV, по што електричната енергија се предава во електропреносната мрежа преку кабелски приклучок до ТС Штип НОВА.

Батерискиот систем овозможува двонасочен проток на електрична енергија, односно:

- полнење на батериите во периоди на вишок производство,
- празнење и испорака во периоди на зголемена побарувачка,
- учество во услуги за балансирање и регулација.

4. Трафостаница 110/x kV

За потребите на приклучокот се предвидува изградба на нова трафостаница 110/x kV, со следните главни елементи:

- четири енергетски трансформатори 110/x kV со номинална моќност од 40 MVA,
- 110 kV високонапонска постројка со четири трансформаторски полиња и едно водно поле,
- среднонапонска разводна постројка,
- командно-контролна зграда,
- систем за сопствена потрошувачка (наизменична струја/еднонасочна струја),
- системи за заштита, мерење, телекомуникации и систем за надзор и управување.

Трансформаторите ќе бидат опремени со регулација на напон под товар (OLTC), со што се обезбедува стабилен напон при различни режими на работа.

5. 110 kV кабелски приклучок

Приклучокот кон електропреносната мрежа ќе се реализира преку 110 kV подземан кабел, кој ќе ја поврзе трафостаницата на инвеститорот со ТС Штип НОВА.

Кабелската траса ќе биде со ориентациона должина од приближно 4 km, а изведбата ќе опфати:

- ископ на кабелски ров,
- песочна постелка и механичка заштита,
- полагање на кабелот,
- кабелски спојки и терминални глави,
- заземјување на металните плаштови.

6. Системи за заштита и управување

Проектот предвидува примена на современи системи за:

- диференцијална заштита на трансформаторите,
- далекуводна и кабелска заштита 110 kV,
- заштита од земјоспој и преоптоварување,
- мерење на активна и реактивна електрична енергија,
- далечински надзор и управување преку систем за надзор и управување систем,
- комуникација со диспечерскиот центар на операторот на преносната мрежа.

7. Заземјување и безбедност

Целокупниот комплекс ќе биде опремен со:

- централен заземјувачки систем,
- громобранска заштита,
- систем за противпожарна заштита,
- контролирана пристапност и видео надзор.

Сите системи ќе бидат проектирани согласно важечките технички прописи во Република Македонија.

ПРИКАЗ НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК

Бр.	Опис	Износ (€)
1	4 × енергетски трансформатори 110/x kV, 40 MVA	6.800.000 – 9.200.000
2	110 kV високонапонска постројка (полиња, прекинувачи, мерна опрема)	4.500.000 – 5.500.000
3	Командно-контролна зграда и секундарна опрема	1.800.000 – 2.200.000
4	110 kV кабел ~4 km (материјал + изведба)	4.500.000 – 5.500.000
5	Кабелски завршетоци и приклучок во ТС Штип НОВА	700.000 – 900.000

Бр.	Опис	Износ (€)
6	SCADA, телекомуникации и заштити	1.200.000 – 1.600.000
7	Заземјување и громобранска заштита	400.000 – 600.000
8	Проектирање, надзор, тестирања	600.000 – 800.000

Непредвидени трошоци (препорачливо 8–12%)

- ~ 1,6 – 2,6 милиони € (во зависност од тоа дали вклучува и ризици за траса/експропријација)

95. АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ ЗА ПРИКЛУЧОК ЗА ИНТЕР СОЛАР СИТИ ДООЕЛ РАДОВИШ

1) Општо техничко решение и концепт на приклучок

Проектот предвидува интегриран енергетски комплекс составен од фотонапонска електроцентрала (ФЕЦ) со инсталирана моќност 3,96 MW и батериски систем за складирање (БАТЕРИСКИ СИСТЕМ) со моќност 1,5 MW и капацитет 3,5 MWh. Производството од ФЕЦ и размената на енергија од/кон БАТЕРИСКИ СИСТЕМ се собираат на нисконапонско ниво (0,8 kV), а потоа преку трансформаторска група се подигаат на среднонапонско ниво 20 kV, каде се врши приклучок кон дистрибутивната мрежа.

За потребите на приклучокот се предвидува инвеститорска трафостаница 21(10,5)/0,8 kV со 3×1,6 MVA, со вграден 20 kV развод (СН постројка), мерна ќелија за комерцијално мерење и заштитни функции, прилагодени на условите на операторот на дистрибутивниот систем. Во рамки на трафостаницата се обезбедува јасно разграничување на сопственичка/оперативна граница, мерно место и можност за диспечерско ограничување (ако е побарано со услови за приклучок).

2) Еднополна шема (функционален опис)

еднонасочна струја дел (ФЕЦ): PV низи → еднонасочна струја комбинирани ормари → инвертори. наизменична струја дел (0,8 kV): излези од инвертори → наизменична струја собирачки ормари/главен НН развод (0,8 kV).

БАТЕРИСКИ СИСТЕМ дел: батериски контејнери + PCS (инвертери за складирање) → приклучок на истиот 0,8 kV НН развод (паралелно со ФЕЦ), со сопствена заштита, мерни трансформатори и управување.

Подигање на напон: НН развод 0,8 kV → 3× трансформатор 21(10,5)/0,8 kV по 1,6 MVA → СН 20 kV развод.

Приклучок: СН 20 kV изводна ќелија → 20 kV кабелски вод ~4 km → приклучување во ТС Радовиш (на соодветно поле/ќелија, согласно услови на операторот).

3) Инвеститорска трафостаница 21(10,5)/0,8 kV – состав и опрема

3.1 Среднонапонска постројка (20/10 kV)

Во трафостаницата се предвидува типска СН разводна постројка (RMU/metal-enclosed switchgear) со SF6 или еквивалентна изолација, со влезно-изводни ќелии, трансформаторски ќелии и мерна/заштитна ќелија. Номиналните карактеристики за ваков тип постројки типично се 24 kV, 630 A собирници, 20 kA куса врска, со механички и електрични блокади за безбедно ракување.

Функции на СН делот:

- приклучување/исклучување на кабелскиот извод кон мрежа,
- селективна заштита ($I>$, $I>>$, земјоспој, насочни функции ако се бара),
- мерна ќелија за комерцијално мерење (струјни и напонски трансформатори согласно барања),
- пренапонска заштита (ОДП/arrester) на кабелскиот извод и на трансформаторските приклучоци.

3.2 Енергетски трансформатори 21(10,5)/0,8 kV – 3×1,6 MVA

Се предвидуваат три енергетски трансформатори по 1,6 MVA со преносен однос 21(10,5)/0,8 kV, за собирање на производството и складирањето на 0,8 kV и предавање на 20 kV ниво. (Концептот е во согласност со опишаната примена на бетонски/компактни трафостаници со трансформатори на 20(10)/0,8 kV во проектната документација.

3.3 Нисконапонски развод (0,8 kV)

На 0,8 kV се предвидува главен НН развод со:

- главен прекинувач/секционирање,
- изводи кон PV инвертери и кон PCS за БАТЕРИСКИ СИСТЕМ,
- мерни уреди и класа на точност според интерни потреби,
- заштитни уреди (преоптоварување, куса врска, земјоспој),
- комуникациски интерфејси за систем за надзор и управување/систем за управување со енергија.

4) 20 kV приклучен кабелски вод (~4 km) до ТС Радовиш

Приклучокот кон дистрибутивниот систем се реализира преку подземен 20 kV кабелски вод, положен во кабелски ров, со комплетна механичка и електрична заштита. Во рамки на изведбата се предвидува:

- кабел 20 kV со соодветен пресек (најчесто $3 \times (1 \dots \text{mm}^2)$ Al XLPE) димензиониран на струјно оптоварување и пад на напон,
- кабелски завршници на двата краја (во трафостаницата на инвеститорот и во приклучната точка во ТС Радовиш),
- по потреба кабелски спојници (во зависност од барабани/логистика и траса),
- кабелски ров со песочна постелка, предупредителна лента, пластични/бетонски механички штитници и враќање на терен во првобитна состојба,

- заземјувачка трака FeZn во ровот долж трасата (за потенцијално изедначување и сигурност),
- означување, геодетско снимање „“ и испитувања (многу ниска фреквенција/изолација/фазирање).

5) Заштита, мерење, управување и синхронизација

5.1 Заштитни функции и селективност

Се предвидува поставување на заштитни релен на 20 kV страна со селективна координација со заштитите на операторот. Типично се применуваат:

- прекуструјна ($I>$, $I>>$),
- земјоспојна ($I_{o>}$, $I_{o>>}$),
- напонски функции ($U</math> / $U>$),$
- фреквентни функции ($f<$ / $f>$),
- анти-островско работење (LOM) во согласност со мрежни кодови/услови на приклучок,
- функција за ограничување на извоз/увоз ако е побарано.

5.2 Комерцијално мерење

Мерното место се изведува на среднонапонска страна (20 kV) во мерна ќелија со мерни трансформатори и бројила според услови на операторот, со можност за далечинско читање/телеметрија.

5.3 систем за надзор и управување/систем за управување со енергија и БАТЕРИСКИ СИСТЕМ управување

БАТЕРИСКИ СИСТЕМ работи со систем за управување со енергија што управува со полнење/празнење, ограничувања по моќност, SOC, рампи и учество во услуги (ако се предвидени). систем за надзор и управување/телеметрија обезбедува:

- мерења (P, Q, U, I, f, енергија),
- аларми и настани,
- далечинско командување на прекинувачи/позиции (во рамки на дозволено),
- извештаи за работа и достапност.

6) Заземјување и громобранска заштита

Се изведува систем на заземјување на трафостаницата и енергетскиот комплекс со:

- главна заземјувачка мрежа (прстен/решетка) околу трафостаницата и критичните точки,
- поврзување на метални конструкции, огради, носачи, кабелски екрани,
- проверка на отпор на заземјување и допирни/чекорни напони,
- громобранска заштита и пренапонска заштита (SPD) на соодветни нивоа.

7) Испитувања, пуштање во работа и примопредавање

Предвидени активности:

- испитувања на 20 kV кабел (многу ниска фреквенција/изолација, континуитет на екрани, фазирање),
- функционални тестови на заштити и интерлоки,
- тест на мерен систем,
- тестови на трансформатори (рутински/приемни по потреба),
- пробна работа, синхронизација, проверки на PQ-карактеристики и ограничувања,
- изработка на записници, „“ документација и примопредавање.

Приказ на трошоци (само за приклучок) – адаптирано за Р. Северна Македонија

Напомена: Во трошоците НЕ се вклучени батерискиот систем (контејнери/батерии/PCS) и фотоволтаичниот систем (панели/инвертори/еднонасочна струја дел), туку само инфраструктурата за приклучок, при што трансформаторите се вклучени (како дел од приклучокот).

1) Инвеститорска ТС 21(10,5)/0,8 kV (градежен дел + монтажа)

- Подготовка на платформа/темели, пристап, дренажа, ограда, внатрешни канали, монтажни работи: €120,000 – €220,000

2) СН развод и опрема 20 kV (кели, прекинувачи, мерна ќелија, заштити)

- RMU/metal-enclosed switchgear 24 kV, 630 A, релен, мерни ТТ/НТ, ОДП, помошни напојувања: €140,000 – €260,000

IP Radovis Parcela 2 NOVO за po...

3) Енергетски трансформатори 21(10,5)/0,8 kV – 3×1,6 MVA (набавка + транспорт + монтажа)

- 3 парчиња × 1,6 MVA (со опрема/заштита/приклучоци): €210,000 – €360,000

4) 20 kV кабелски вод ~4 km до ТС Радовиш (материјал + земјени работи + завршници)

- 20 kV кабел, ров, песок/штитници/ленти, FeZn, 2× комплетни завршници, спојници (ако има), враќање на терен: €320,000 – €520,000

5) Телекомуникации/систем за надзор и управување интерфејс, синхронизација и мерења (дел за приклучок)

- далечинска терминална единица/комуникации, интеграција со мерен систем, кабли/оптика (ако се бара), конфигурација: €25,000 – €60,000

6) Испитувања, пуштање во работа, документација, геодетски снимки

- НV кабел тестови, функционални тестови, приемни записници, „“: €20,000 – €45,000

7) Проектирање, надзор, дозволи, координација со оператори (само за приклучок)

- Основен проект (приклучок), ревизија, надзор: €35,000 – €80,000

Вкупно (ориентационо)

Вкупен опсег: €870,000 – €1,545,000

Во денари ($\approx 61,5$ MKD/€): $\sim 53,5 - 95,0$ милиони MKD

Резерва / непредвидени (препорачливо 10%)

€87,000 – €155,000 (дополнително)



СЛУЖБЕН ВЕСНИК

на Република Северна Македонија



www.slvesnik.com.mk

contact@slvesnik.com.mk

Издавач: ЈП Службен весник на Република Северна Македонија, ц.о. – Скопје
бул. „Партизански одреди“ бр. 29, поштенски фах 51.
Директор и одговорен уредник – Катерина Михајлова
телефон: +389-2-55 12 400
телефакс: +389-2-55 12 401

Претплатата за 2026 година изнесува 41.950 денари.
„Службен весник на Република Северна Македонија“ излегува по потреба.
Рок за рекламации: 15 дена.
Жиро-сметка: 300000000188798.
Депонент на Комерцијална банка, АД – Скопје.
Печат: Печатница Серафимовски ДОО Скопје.
ISSN 0354-1622