

---

**ПРИЛОГ 10**

**ИЗВЕШТАЈ ЗА СОСТОЈБАТА И ВЛИЈАНИЈАТА НА БУЧАВАТА**

**ДОЛЖ ДЕЛНИЦАТА ГОСТИВАР – БУКОЈЧАНИ (ПОДДЕЛНИЦА 2A km 0+000-9+500)**

## СОДРЖИНА

1	ВОВЕД .....	4
2	ЗАКОНСКА РАМКА .....	5
2.1	Постоечка состојба со бучавата .....	6
2.1.1	Живеалишта .....	6
2.1.2	Бучава .....	6
3	ФАЗА НА ГРАДБА .....	8
4	ОПЕРАТИВНА ФАЗА .....	11
5	ЗАШТИТА ОД ПРЕКУМЕРНА БУЧАВА .....	15

## Листа на слики

Слика 1	Приказ на трасата на Подделница 2а на автопатот Гостивар - Букојчани (km 0+000-9+500) .....	7
Слика 2	Намалување на интензитетот на бучава според оддалеченоста од изворот .....	9
Слика 3	Геометриски големини за определување на звучните бариери .....	15
Слика 4	Бучава на поединечни точки и контури на граничните вредности долж трасата меѓу стационажите km 2+350 - 2+916 без заштитни бариери .....	22
Слика 5	Бучава на поединечни точки долж трасата и контури на граничните вредности меѓу стационажите km 2+350 - 2+916 со заштитни бариери .....	23
Слика 6	Мапа на бучавата (Ld) меѓу стационажите km 2+350 - 2+916 без заштитни бариери .....	24
Слика 7	Мапа на бучавата (Ld) меѓу стационажите km 2+350 - 2+916 со заштитни бариери .....	25
Слика 8	Мапа на бучавата (Lv) меѓу стационажите km 2+350 - 2+916 без заштитни бариери .....	26
Слика 9	Мапа на бучавата (Lv) меѓу стационажите km 2+350 - 2+916 со заштитни бариери .....	27
Слика 10	Мапа на бучавата (Ln) меѓу стационажите km 2+350 - 2+916 без заштитни бариери .....	28
Слика 11	Мапа на бучавата (Ln) меѓу стационажите km 2+350 - 2+916 со заштитни бариери .....	29
Слика 12	Бучава на поединечни точки долж трасата меѓу стационажите km 4+400 - 5+256 без заштитни бариери .....	31
Слика 13	Бучава на поединечни точки долж трасата меѓу стационажите km 4+400 - 5+256 со заштитни бариери .....	32
Слика 14	Мапа на бучавата (Ld) меѓу стационажите km 4+400 - 5+256 без заштитни бариери .....	33
Слика 15	Мапа на бучавата (Ld) меѓу стационажите km 4+400 - 5+256 со заштитни бариери .....	34
Слика 16	Мапа на бучавата (Lv) меѓу стационажите km 4+400 - 5+256 без заштитни бариери .....	35
Слика 17	Мапа на бучавата (Lv) меѓу стационажите km 4+400 - 5+256 со заштитни бариери .....	36
Слика 18	Мапа на бучавата (Ln) меѓу стационажите km 4+400 - 5+256 без заштитни бариери .....	37
Слика 19	Мапа на бучавата (Ln) меѓу стационажите km 4+400 - 5+256 со заштитни бариери .....	38

## Листа на табели

Табела 1	Максимални дозволени нивоа на бучава во одделни реони .....	5
Табела 2	Максимално дозволени нивоа на бучава во реони според степенот на заштита од бучава .....	5
Табела 3	Постоечко ниво на бучава на одредени точки покрај трасата на идниот автопат .....	6
Табела 4	Нивоа на бучава од градежна опрема .....	8
Табела 5	Вообичаени нивоа на бучава во одделни фази на градба на пат .....	8

Табела 6 Предвидувања за просечниот годишен дневен сообраќај на патниот правец Гостивар – Букојчани.....	11
Табела 7 Основни податоци за сообраќајот.....	13
Табела 8 Нивоа на бучава на растојание од 25 метри од изворот.....	14
Табела 9 Гранични вредности за ниво на бучава надвор од урбани локации .....	15
Табела 10 Локации на кои се неопходни бариери.....	17
Табела 11 Резултати од пресметките (Sound Plan Essential) на бучавата кај осетливите рецептори меѓу стационите km 2+350 - 2+916 .....	20
Табела 12 Резултати од пресметките (Sound Plan Essential) на бучавата кај осетливите рецептори меѓу стационите 4+400 и 5+256.....	30

## 1 ВОВЕД

Подделницата 2а (km 0+000-9+500) од делницата Гостивар – Букојчани е дел од автопатот А2 којшто, како дел од европскиот коридор Е65, почнува од клучката кај Миладиновци и преку Скопје, Тетово, Гостивар, Кичево и Охрид треба да се поврзе со Република Албанија.

Трасата на подделницата 2а, за којашто е подготвен овој Извештај е долга 9.5 km, започнува пред постојната наплатна станица кај Гостивар, а завршува непосредно над с. Букојчани, во близина на селото Сушица.

Трасата на автопатот се протега главно низ комплексен рамничарски и планински регион, па поради тоа вклучува конструкции како мостови, надпатници, пропуси и сл.

Предвидената траса минува низ село Дебреше, како и други неколку населени места, но претежно на растојанија поголеми од 100 m. Исто така, поминува во близина на стопанско-комерцијални објекти, индустриски објекти (бази, каменомери), сместувачки капацитети и сл.

Низ проектниот опфат поминува постоечки магистрален пат (автопат) А2 (М-4) и регионален Р1206 (Р-402), како и локални патишта.

Со оглед на предвидената стапка на пораст на густината на сообраќајот, бучавата која идниот автопат ќе ја предизвикува може да биде значителна.

Овој Извештај се однесува на оцена на влијанијата на бучавата врз животната средина од изградбата и оперативноста на делницата Гостивар – Букојчани, Подделница 2а.

## 2 ЗАКОНСКА РАМКА

Граничните вредности на бучавата за различни видови реони се определени во член од Правилникот за гранични вредности на нивото на бучава во животната средина („Сл. весник на РМ“ бр. 147/08 од 26.11.2008 год), наведени во Табела 1.

**Табела 1** Максимални дозволени нивоа на бучава во одделни реони

Видови реони	Ниво на бучава изразено во dB(A)		
	L <sub>д</sub>	L <sub>в</sub>	L <sub>н</sub>
Реони изложени на интензивен патнички сообраќај	60	55	50
Реони изложени на интензивен железнички сообраќај	65	60	55
Реони изложени на авионски сообраќај	65	65	55
Реони со интензивна индустриска активност	70	70	70
Тивки реони надвор од агломерациите	40	35	35

Според степенот на заштита од бучава, подрачјата се поделени во четири групи („Сл. весник на РМ“ бр. 147/08), како што е прикажано во Табела 2.

**Табела 2** Максимално дозволени нивоа на бучава во реони според степенот на заштита од бучава

Подрачје диференцирано според степенот на заштита од бучава	Дозволено ниво на бучава изразено во dB(A)		
	L <sub>д</sub>	L <sub>в</sub>	L <sub>н</sub>
Подрачје од прв степен на заштита	50	50	40
Подрачје од втор степен на заштита	55	55	45
Подрачје од трет степен на заштита	60	60	55
Подрачје од четврт степен на заштита	70	70	70

Реонот низ кој поминува трасата од автопатот, изобилува со комерцијални - стопански објекти, објекти за домување, бази и каменоломи (на одредени сегменти од делницата), сепак ќе се смета дека трасата минува низ подрачје изложено на интензивен патнички сообраќај.

Во случај очекуваните нивоа на бучава од сообраќајот да ги надминуваат целните вредности, треба да се применат сите практични заштитни мерки за да се минимизира влијанието на бучавата. Ако пак, очекуваните нивоа на бучава се под граничните вредности, мерките за намалување се сведуваат на минимум.

Во подрачјата каде што постоечкото ниво на бучава е повисоко од граничните вредности, граничните вредности се сметаат како природен фон.

Методологијата за пресметнување на очекуваното ниво на бучава од патниот сообраќај во Македонија е пропишана со Правилникот за примената на индикаторите за бучава, дополнителните индикатори за бучава, начинот на мерење на бучава и методите за оценување со индикаторите за бучава во животната средина („Сл. весник на РМ“ бр. 107/08). Меѓутоа, Правилникот не е конзистентен во врска со тоа која од методите треба да се користи при пресметки или моделирање на бучавата од патниот сообраќај (види Поглавје 3.2).

## 2.1 Постоечка состојба со бучавата

### 2.1.1 Живеалишта

Подделницата 2а од автопатот, главно ќе се гради надвор од населените места, но истата повремено минува покрај населби, с. Дебреше, Здуње, Горна Бањица, населбата Млаки кај Гостивар и периферијата на градот Гостивар.

Иако трасата е поставена главно подалеку од осетливите рецептори (живеалишта), во некои случаи проектантите морале да предвидат и рушење на некои од населените објекти, а некои од куќите да останат во непосредна близина. Таков е случајот со неколку живеалишта и објекти кај село Дебреше, Горна Бањица и Здуње. Според тоа, на одредени места инвеститорот треба да преземе сериозни мерки за заштита од прекумерна бучава како од активностите на градба на автопатот, така и во фазата на експлоатација.

### 2.1.2 Бучава

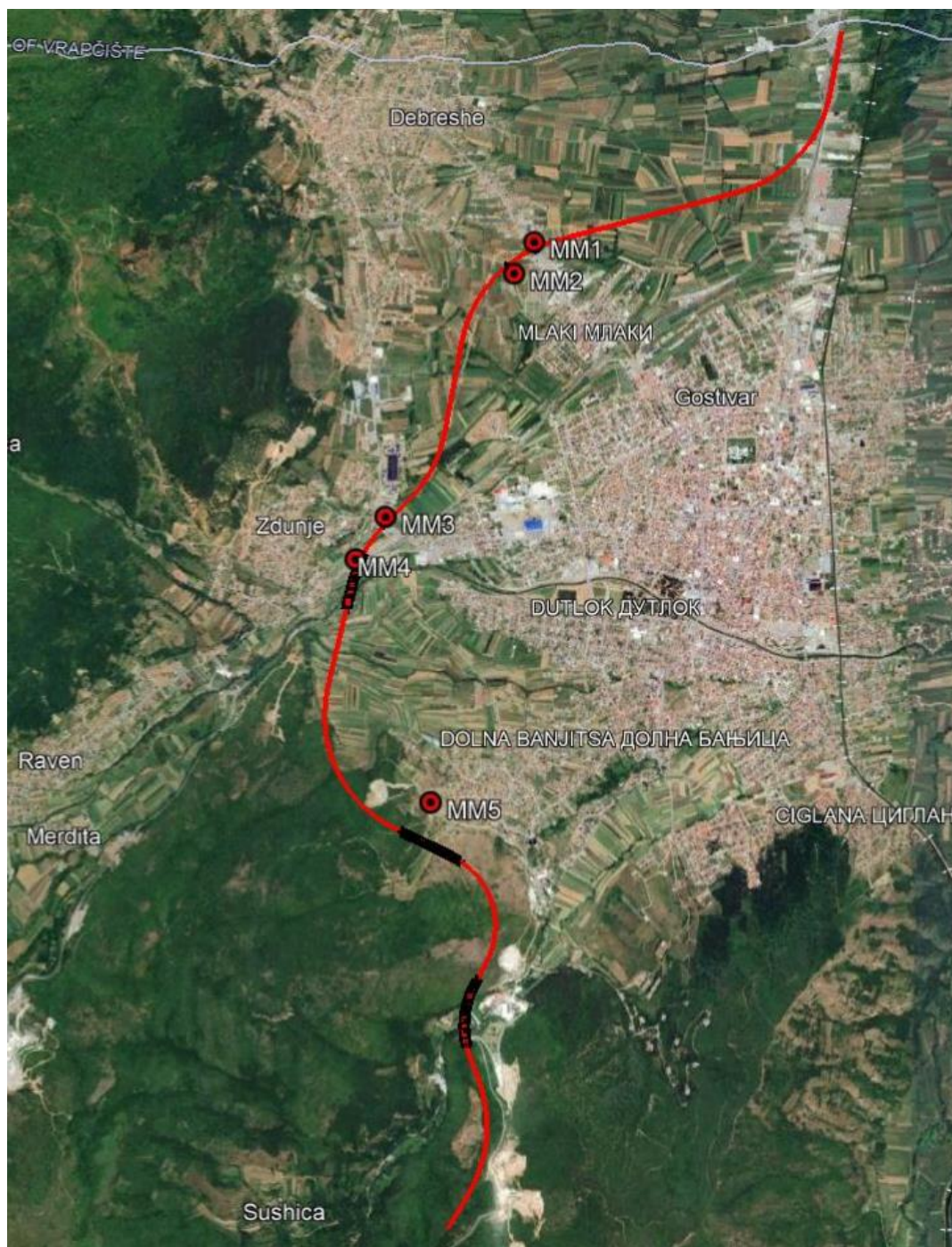
Актуелната бучава во проектното подрачје е проверена на 5 локации од различен вид (живеалишта, прометни места и отворени површини). Мерењата се вршени на ден 10.04.2024, 30.04.2024, 11.06.2024 во периодите ден, вечер и ноќ.

Дел од овие рецептори се користени покасно во моделот на бучава како поединечни точки. На Слика 1 се прикажани локациите на поединечните точки, каде е вршено мерење на бучавата, кои покасно се среќаваат во табелите. Резултатите од мерењата на бучавата се прикажани во Табела 3.

**Табела 3** Постоечко ниво на бучава на одредени точки покрај трасата на идниот автопат

Мерно место	Координати (UTM)		Период	dB(A)			
	X	Y		Leq	Lmax	L10	L90
1	491324	4628830	Ден	68.5	89.5	70.7	47.3
			Вечер	66.0	80.4	70.0	50.0
			Ноќ	62.9	82.8	67.2	39.0
2	491201	4628631	Ден	48.3	69.7	47.1	35.9
			Вечер	47.3	69.7	47.0	37.9
			Ноќ	41.6	64.3	39.6	34.0
3	490422	4627120	Ден	57.9	73.3	62.1	38.4
			Вечер	57.2	85.0	69.3	47.3
			Ноќ	54.7	82.5	67.6	46.2
4	490243	4626859	Ден	66.3	82.7	69.3	48.7
			Вечер	65.3	93.0	69.3	47.3
			Ноќ	63.3	91.1	67.6	46.9
5	490713	4625389	Ден	50.5	68.5	61.5	44
			Вечер	50.3	78.1	51.0	49.2

			Hok	49.2	77.0	49.6	48.6
--	--	--	-----	------	------	------	------



Слика 1 Приказ на трасата на Подделница 2а на автопатот Гостивар - Букојчани (km 0+000-9+500)

### 3 ФАЗА НА ГРАДБА

Градбата на патишта вклучува низа активности кои се значителни извори на бучава. Бучавата ја генерира опремата којашто се користи. Во Табела 4 се наведени машините коишто најчесто се користат при градба на патишта и нивоата на бучава на референтна оддалеченост од 15 m од изворот. Одредено влијание има и составот на теренот.

Табела 4 Нивоа на бучава од градежна опрема

Извори на бучава при градба	Ниво на бучава (dBA) на 15 m од изворот	Извори на бучава при градба	Ниво на бучава (dBA) на 15 m од изворот
Воздушен компресор	81	Дупчалка (импактна)	101
Ровокопач	80	Дупчалка (сонична)	96
Пнеуматска дупчалка	88	Пнеуматски алат	85
Камион	88	Пумпа	76
Компактор	82	Пила за метал	90
Мешалка за бетон	85	Дупчалка за камен	98
Пумпа за бетон	82	Валјак	74
Вибратор за бетон	76	Пила	76
Фиксен кран	88	Растресувач	83
Мобилен кран	83	Стругач	89
Булдозер	85	Лопата	82
Генератор	81	Теглачи	77
Рамница	85	Секач	84
Пнеуматски пиштол	85	Утоварувач	85

Се разбира дека сите фази на градба не се одвиваат едновременно. Во секоја од фазите се вклучени операции кои користат различни видови опрема како на пример булдожери, пили за дрво, камиони и сл. при расчистување на теренот.

Во Табела 5 се прикажани типичните видови опрема која се користи во одделни фази на градбата и бучавата која се генерира при едновременно користење на целата опрема, како и онаа којашто се генерира со планско користење на минималната неопходна механизација.

Табела 5 Вообичаени нивоа на бучава во одделни фази на градба на пат

Фаза на градбата	Бучава при едновременно користење на целата механизација	Бучава при користење на минимум механизација
Расчистување на теренот	84	84
Ископ	89	79
Поставување темели	78	78
Градба	87	78
Завршни работи	89	75

Простирањето на бучавата е логаритамска функција и за точкаст извор се изразува како:

$$L = L(ref) - 20 \cdot \log_{10} \left( \frac{D}{D_{ref}} \right) - 10 \cdot \log_{10} \left[ G \cdot \left( \frac{D}{D_{ref}} \right) \right] \quad 1$$

Кадешто:

$L(ref)$  – Ниво на бучава на референтна оддалеченост од изворот

$D_{ref}$  – Референтна оддалеченост од изворот на бучава

$D$  – оддалеченост од изворот

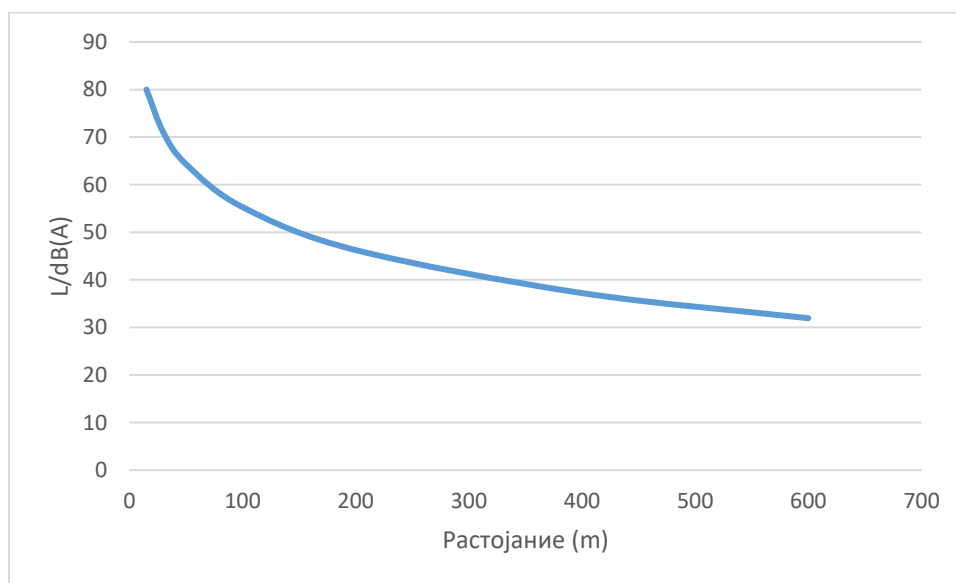
$G$  - Фактор на теренот

Опаѓањето на нивото на бучава со растојанието е помало кај бучавата од линеарен извор, за кој се користи изразот

$$L = L(ref) - 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{D}{D_{ref}} \right) - 10 \cdot \log_{10} \left[ G \cdot \left( \frac{D}{D_{ref}} \right) \right]$$

Бучавата, во периодот на градба на автопатот, ќе има карактер на точкаст извор. Тука се вклучени и мобилните активности како насипување, компактирање и сл. Меѓутоа, интензивниот транспорт на материјали по пристапните патишта се третираат како линеарен извор на бучава.

Земајќи ги предвид најголемите вредности од табелата 3 и занемарувајќи го теренскиот фактор се поставува најнеповолното сценарио на простирањето на бучавата околу градилиштата, според кое е конструиран дијаграмот на Слика 2.



Слика 2 Намалување на интензитетот на бучава според оддалеченоста од изворот

Овој дел од автопатот ќе се гради по сосема нова траса, главно надвор од населени подрачја, со минимум сензитивни рецептори, со исклучок на селата Дебреше, Здуње и населбата Млаки. Дополнително, бучавата во текот на изградба е непријатност од времена (краткотрајна) природа, па влијанијата не се значителни, освен во непосредна близина на градилиштата, како и локациите каде ќе се врши производство на градежни материјали (бетонска и асфалтна база, дробилка и сепарација), во непосредна близина на село Горна Бањица. Влијанијата на растојание од 100 m се во границите под 60 dBA во активниот период. Градежни активности преку ноќ ќе се избегнуваат, а во случаи кога тоа нема да биде можно, ќе бидат сведени на минимум, со што ќе се намали притисокот врз луѓето на локациите со индивидуално домување.

Изведувачот на работите треба да изготви план за заштита од бучава за време на периодот на градба на оваа делница од автопатот A2 (Гостивар – Кичево), земајќи ги предвид локацијата на секое од градилиштата, ангажираната механизација, конфигурацијата на теренот и осетливоста на рецепторите. Мерките за заштита вклучуваат, но не се ограничуваат на:

- Вклучување на можното влијание на бучавата од бетонската, асфалтната база, дробилката и сепарацијата;
- Користење на минимален број на градежни машини во исто време;
- Соодветен распоред на работното време;
- Редовно одржување на механизацијата за намалување на емисијата на бучава;
- Звучна изолација на опремата, како компресори и генератори.

Ако со примена на примарните мерки не може да се постигне задоволително ниво на бучавата, изведувачот треба да постави соодветни бариери за звучна изолација.

#### 4 ОПЕРАТИВНА ФАЗА

Влијанието на бучавата од патниот сообраќај зависи од бројни фактори како:

- Густината на сообраќајот;
- Видовите возила и нивната брзина;
- Оддалеченоста на рецепторот од изворот на бучава;
- Висинската разлика меѓу изворот и рецепторот;
- Карактеристиките на теренот;
- Метеоролошките услови;
- Позадинската бучава.

Податоци за густината на сообраќајот се добиени од проектантот како предвидувања за густината на сообраќајот од 2028 до 2047 година. Просечниот дневен годишен сообраќај (ПГДС) за 2023 година е пресметан со користење на истата стапка на пораст, како во првите неколку години во информацијата. Предвидените вредности на ПГДС, за годините од интерес за оваа студија, се прикажани во Табела 6. Она што недостасува во податоците е распределбата на бројот на возила според периодот на едно деноноќие, како и сезонската варијација на ПГДС.

**Табела 6** Предвидувања за просечниот годишен дневен сообраќај на патниот правец Гостивар – Букојчани

Делница од почеток (0+000) до клучката за Гостивар (во обата смера)					
Година	ПА	ЛТВ	БУС	ТВ	ВКУПНО
2023	10434	1383	189	566	12571
2028	12463	1652	225	676	15016
2047	20938	2775	378	1135	25227
Делница од клучката за Гостивар до km 9+500 (во обата смера)					
Година	ПА	ЛТВ	БУС	ТВ	ВКУПНО
2023	4328	574	78	235	5214
2028	5090	675	92	276	6133
2047	8718	1155	158	473	10504

Податоците за структурата на сообраќајот отстапуваат од структурата наведена во Правилникот за примената на индикаторите за бучава, дополнителните индикатори за бучава, начинот на мерење на бучава и методите за оценување со индикаторите за бучава во животната средина („Сл. весник на РМ“ бр. 107/08), но бидејќи во него е предвиден поголем удел на товарните возила, применет е правилникот како најлош случај.

Бидејќи Правилникот го следи германскиот стандард RLS 90 тој е користен за потребите на овој извештај. Дополнително, користен е софтверскиот пакет SoundPlan Essential со RLS 90 стандард за пресметки. Подолу се наведени основните карактеристики, равенки и општи фактори на корекција кои се користат при пресметнувањата.

Корекциите за просечните брзини на патничките и товарните моторни возила се пресметани според ограничувањата на брзините на делницата.

Според RLS 90, се определува нивото на бучава од патниот сообраќај на референтна оддалеченост од изворот (25m), а потоа се вршат корекции за растојание, висина, брзина, коловоз, терен и воздух:

$$L_{d(eq)} = L_d^{25} + D_v + D_s + D_h + D_k + D_n$$

При што,

$L_{d(eq)}$  еквивалентна дневна бучава од сообраќајот - dB(A)

$D_v$  корекција за брзина - dB(A)

$D_s$  корекција за растојание - dB(A)

$D_h$  Корекција за висина - dB(A)

$D_k$  корекција за коловоз - dB(A)

$D_n$  Корекција за нагиб - dB(A)

$L_{d,v,n}^{25}$  се пресметнува според изразот

$$L_{d,v,n}^{25} = 37.3 + 10 \cdot \log[M \cdot (1 + 0.082 \cdot p)]$$

Во кој,

M број на возила кои поминуваат во еден час во соодветниот период на денот

p Удел на товарните возила во проценти

Корекцијата за брзина се определува според групата изрази

$$D_v = L_1 - 37.3 + 10 \cdot \log \left[ \frac{100 + (10^{0.1 \cdot D} - 1) \cdot p}{100 + 8.23 \cdot p} \right]$$

$$L_1 = 27.7 + 10 \cdot \log[1 + (0.02 \cdot v_1)^3]$$

$$L_2 = 23.1 + 12.5 \cdot \log(v_2)$$

$$D = L_1 - L_2$$

Во кои  $v_1$  и  $v_2$  се брзините на патничките и товарните возила соодветно (km/h).

Со зголемување на растојанието од изворот на бучава нивото на бучавата кај рецепторот опаѓа. Корекцијата за растојание се пресметува според изразот

$$D_r = 15.8 - 10 \cdot \log(r) - 0.042 \cdot r^{0.9}$$

Во кој  $r$  е растојанието меѓу изворот и рецепторот, изразено во метри.

Оддалеченоста на најблиските рецептори на бучавата од сообраќајот е според топографска мапа.

Висинската разлика исто така има влијание врз нивото на бучава кај рецепторот. Во RLS 90 корекцијата за висина се врши според равенката

$$D_h = -4.8 \cdot e^{\left[ \frac{-h}{r} \left( 8.5 + \frac{100}{r} \right)^{1.3} \right]}$$

Во која  $h$  е висинската разлика (m).

Карактеристиките на коловозот имаат влијание, а корекцијата се врши според вредности дадени во табела во Правилникот. Но, за коловоз со мазен асфалт корекцијата изнесува -1 dB(A). Оваа вредност е усвоена за натамошни пресметки.

За нагиб на коловозот е предвидена следнава корекција:

$$D_n = 0.6 \cdot |n| - 3 \quad \text{за } |n| > 5\%$$

$$D_n = 0 \quad \text{за } |n| \leq 5\%$$

Нерамнините и видот на теренот вршат одредено намалување на бучавата. Во овие пресметки не е вршена корекција за теренот.

Основните податоци за сообраќајот се прикажани во Табела 7.

Табела 7 Основни податоци за сообраќајот

Стационажа од - до	Очекуван број на возила			
	Вид на возила	d (ден)	v (вечер)	n (ноќ)
km 0+000 - km 2+000	Патнички	6842	1539	928
	Товарни	1340	405	419
km 2+000 - km 0+000	Патнички	6418	1939	2005
	Товарни	1314	397	410
km 2+000 - km 9+500	Патнички	3408	768	472
	Товарни	420	128	104
km 9+000 - km 2+000	Патнички	3360	756	456

	Товарни	384	116	120
Брзина (km/h)	Патнички	100	100	100
	Товарни	80	80	80

По прегледот на трасата на оваа поделница од автопатот, беше констатирано дека само две подрачја со осетливи рецептори се потенцијално изложени на прекумерна бучава. Тоа се подрачјата меѓу стациоаните 2+350 и 2+920 во село Дебреше и населбата Млаки и 4+400 и 5+256 во близина на хотелот Мон Блан кај Здуње.

Според вредностите од Табела 7 се пресметани нивоата на бучава на референтното растојание (2047), презентирани во Табела 8:

**Табела 8** Нивоа на бучава на растојание од 25 метри од изворот

	Ld25	Lv25	Ln25
Насока кон Букојчани	65.1	64.2	59.8
Насока кон Гостивар	64.9	63.9	60.2

Пресметаните корекции за брзина се како што следува:

Dv(д)	Dv(в)	Dv(н)
0.88	-0.06	-0.06

Видот на површината на патот силно влијае врз емисијата на бучава, особено при брзини поголеми од 80 km/h. Според проектната документација, завршниот слој на сообраќајните ленти ќе биде од CM (Stone Mastic) асфалт. Таков асфалт има извонредна способност да ја намали бучавата за 3 до 5 dB во однос на стандардната површина усвоена во RLS90.

Останатите фактори на корекција се променливи заради нагибот, вегетацијата и сл. и се пресметнуваат за секоја точка одделно. Пресметките за влијанието на бучавата се направени со помош на софтверскиот пакет Sound Plan Essential.

## 5 ЗАШТИТА ОД ПРЕКУМЕРНА БУЧАВА

Критериум за одлучување за потребата од примена на мерки за намалување на нивото на бучава е Правилникот за гранични вредности на нивото на бучава во животната средина („Сл. весник на РМ“ бр. 147/08 од 26.11.2008 год). Во член 6 од Правилникот се дадени гранични вредности за реони изложени на одредени активности. Тие вредности се дадени во Табела 9. Вредностите од маркираниот ред (Реони изложени на интензивен патен сообраќај) се користени во табелите во Прилог 1 за определување на конфликтни состојби.

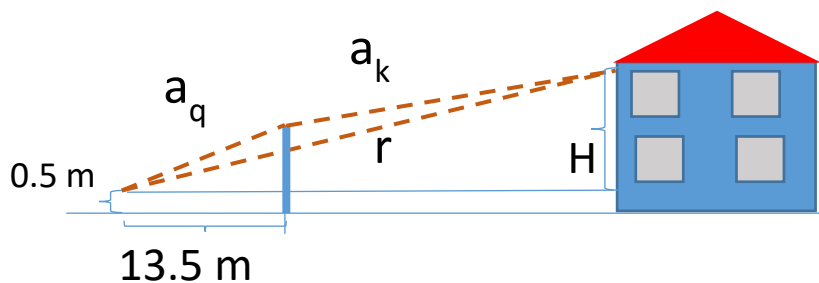
Табела 9 Гранични вредности за ниво на бучава надвор од урбани локации

Видови реони	Ниво на бучава изразено во dB(A)		
	$L_d$	$L_v$	$L_n$
Реони изложени на интензивен патнички сообраќај	60	55	50
Реони изложени на интензивен железнички сообраќај	65	60	55
Реони изложени на авионски сообраќај	65	65	55
Реони со интензивна индустриска активност	70	70	70
Тивки реони надвор од агломерациите	40	35	35

Меѓу мерките за намалување на нивото на бучава во животната средина се:

- Поставување на звучни бариери секаде кадешто за тоа има потреба,
- Ограничување на брзината низ сензитивни локации,
- Избор на асфалтна мешавина на коловозот (тивок коловоз),
- Користење на „тивки гуми“ и тн.

Меѓу најраспространетите мерки за заштита од бучава е поставување звучни бариери помеѓу изворот на бучава и рецепторот. Правило е висината на бариерата да е најмалку 30% повисока од висината со која бариерата ја допира линијата меѓу изворот и рецепторот. Според тоа и оддалеченоста на бариерата од изворот на бучава влијае врз нејзината висина. Бариерите се планирани на оддалеченост од 13.5 до 14 m од оската на патот. Во продолжение се дадени основите на пресметки на бариери.



Слика 3 Геометриски големини за определување на звучните бариери

Намалувањето на бучавата, како резултат на звучната бариера, се пресметнува според равенката:

$$D_b = 7 \cdot \lg \left[ 5 + \left( \frac{70 + 0.25 \cdot r}{1 + 0.2 \cdot z} \right) \cdot z \cdot K_w^2 \right]$$

Во која се

$K_w$  редукција на бучавата поради пригушување од теренот и метеоролошките услови

$z = a_Q + a_A - r$  разлика во патот низ и преку пречката (види сл. 4)

$a_Q$  растојание од изворот до врвот на бариерата

$a_A$  растојание од врвот на бариерата до рецепторот

$r$  најкусото растојание од изворот до рецепторот

Ако бариерата не ја покрива оптичката линија меѓу изворот и рецепторот, тогаш  $z_k$  добива негативна вредност, бидејќи прекршениот зрак се собира со директниот.

Временска корекција

$$K_w = e^{-\frac{1}{2000} \cdot \sqrt{\frac{a_Q \cdot a_A \cdot r}{2 \cdot z}}}$$

За  $z_k < 0$   $K_{w,k} = 1$

Од финансиски причини (инвестициони и оперативни трошоци), звучните бариери се предлагаат само на местата кои покриваат поголем број живеалишта со одредена должина пред и по живеалиштата. На локации на коишто нема доволен простор, бариерите се предвидени веднаш зад флексибилните одбојници на растојание од 12,5 m од оската на автопатот.

Пресметките на потребните висини на звучните бариери на одредени локации се направени со помош на софтверскиот пакет SoundPlan Essential, во којшто се применети релациите споменати погоре. Бариерите се поставени на растојание од 13.25 m од оската на автопатот, односно, колку што е можно поблиску до коловозот. На мостовите или надпатниците, тие се поставуваат на оградата. Резултатите се дадени во Табела 11 и Табела 12 (Прилог 1). Во овие табели се прикажани анализите на изложеност на нивоа на бучава со и без поставување на звучни бариери.

Таму кадешто е потребна бариера за заштита од прекумерна бучава, усвоена е минимална висина од 2 m. По проверката на нивото на бучава, со усвоените висини на бариерите, вршена е корекција до постигнување на задоволителни резултати. Софтверската проверка покажа дека

некои од бариерите треба да бидат повисоки од пресметаните. Дополнително и должините на бариерите се поголеми заради карактеристиките на теренот и патот.

Локациите на бариерите на оваа делница од автопатот, нивните должини и висини се прикажани во Табела 10 **Error! Reference source not found.**

**Табела 10** Локации на кои се неопходни бариери

Стационажа		Страна	Должина (m)	Висина (m)
Од km	До km			
2+510	2+561	Десна	51	3.5
2+561	2+581	Десна	20	3
2+581	2+652	Десна	71	2
2+490	2+747	Лева	257	3.5
4+501	4+595	Десна	94	3.5
4+595	4+734	Десна	139	3
4+595	4+648	Лева	49	2
4+648	4+747	Лева	99	3

Според пресметките, вкупната должина на бариерите на автопатот изнесува 780 метри. Вкупната површина на бариерите е 2.421 m<sup>2</sup>.

И покрај поставувањето бариери, неколку објекти ќе бидат изложени на поголема бучава поради својата висина и конфигурацијата на теренот.

Во близина на стационата km 4+898 (координати 491420 E; 4628776 N) има објект со конфликт, за којшто не е предвидена бариера. Објектот е изолиран, нема индикација дека е населен и се наоѓа под мост. Според тоа, со дополнителна процена може да се утврди дали е потребна заштита и ако е потребна, ќе се интервенира на самиот објект (прозорци, врати, фасада).

На делот меѓу стационите km 2+510 и 2+561 (десно) ќе биде потребна посебна изведба на бариерата, во вид на лак кон внатрешноста на патот, за да се намали растојанието од изворот до врвот на бариерата.

Звучните бариери треба да ги имаат следните карактеристики:

1. Да имаат коефициент на апсорпција на звукот од најмалку 8 dB(A) (EN 1793-1);
2. Воздушната звучна изолација под директни услови на звучното поле да не е помала од 28 dB(A) (Класа D3 EN 1793-6);
3. Да се отпорни на атмосферски влијанија (температури од -30 до +70°C, влага и

ветер);

4. Да бидат отпорни на динамичката сила на снегот кој се исфрлува при негово чистење од коловозот (EN 1794-1);
5. Да бидат отпорни на удари од камења и отпадоци (Класа 3 – EN 1794-2);
6. Да бидат отпорни на вода, сол и дејство на гасови од согорување;
7. Да бидат отпорни на пожар од растенија (класа 3 – EN 1794-2);
8. Да бидат отпорни на кумулативните дејства на погоре наведените фактори;
9. Наведените карактеристики треба да бидат потврдени со соодветен атест;
10. Да имаат долг век на експлоатација и ниски трошоци на одржување;
11. Заради заштита на пејзажот би требало да бидат во светли пастелни бои;
12. Доколку инвеститорот одлучи да постави транспарентни звучни бариери, тие треба да имаат јасни ознаки за предупредување на птиците.

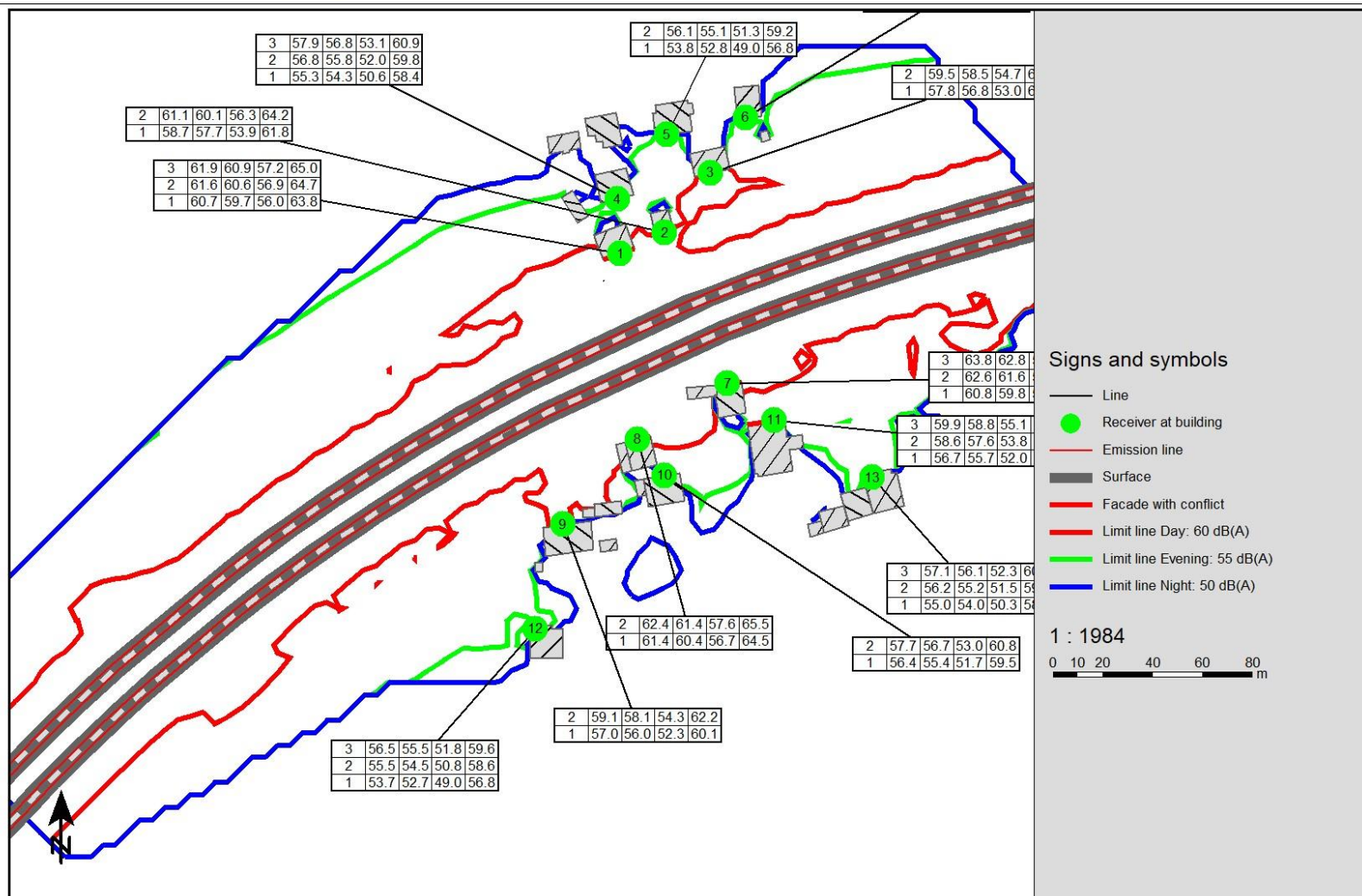
---

ПРИЛОГ 1 Графички приказ на нивоата на бучава кај осетливите рецептори долж делницата Гостивар – Букојчани од автопатот А2, Подделница 2а за ПГДС за 2040 година

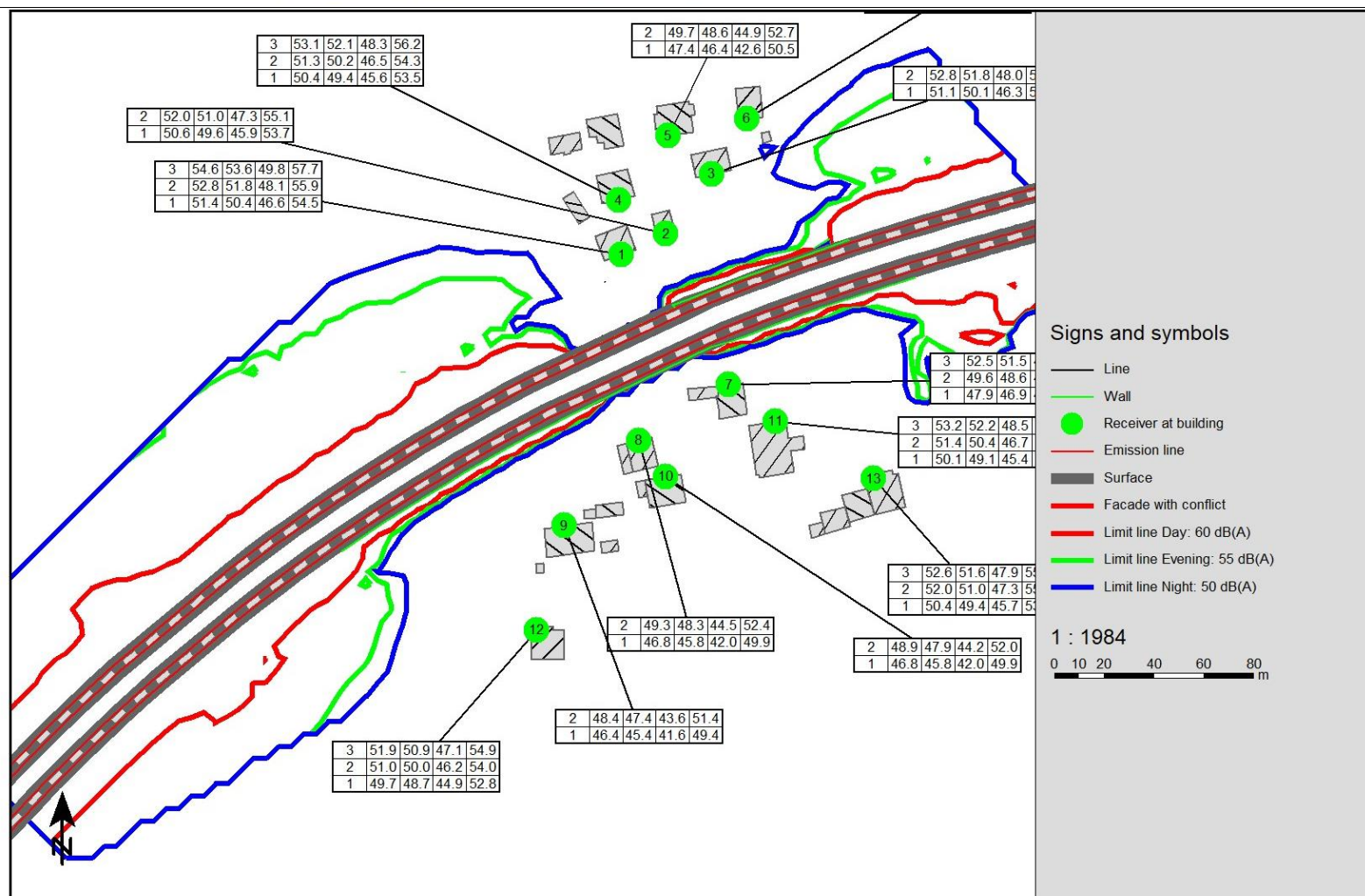
**Табела 11** Резултати од пресметките (Sound Plan Essential) на бучавата кај осетливите рецептори меѓу стационажите km 2+350 - 2+916

Бр.	Координати (UTM)		Спрат	Гранична вредност			Ниво без бариера			Ниво со бариера			Разлика			Конфликт		
	X	Y		Ден	Вечер	Ноќ	Ден	Вечер	Ноќ	Ден	Вечер	Ноќ	Ден	Вечер	Ноќ	Ден	Вечер	Ноќ
	m	m		dB(A)			dB(A)			dB(A)			dB(A)			dB(A)		
1	491322	4628836	GF	60	55	50	60.7	59.7	56	51.4	50.4	46.6	-9.3	-9.3	-9.4	-	-	-
1	491322	4628836	1.FI	60	55	50	61.6	60.6	56.9	52.8	51.8	48.1	-8.8	-8.8	-8.8	-	-	-
1	491322	4628836	2.FI	60	55	50	61.9	60.9	57.2	54.6	53.6	49.8	-7.3	-7.3	-7.4	-	-	-
2	491342	4628846	GF	60	55	50	58.7	57.7	53.9	50.6	49.6	45.9	-8.1	-8.1	-8	-	-	-
2	491342	4628846	1.FI	60	55	50	61.1	60.1	56.3	52	51	47.3	-9.1	-9.1	-9	-	-	-
3	491359	4628871	GF	60	55	50	57.8	56.8	53	51.1	50.1	46.3	-6.7	-6.7	-6.7	-	-	-
3	491359	4628871	1.FI	60	55	50	59.5	58.5	54.7	52.8	51.8	48	-6.7	-6.7	-6.7	-	-	-
4	491322	4628860	GF	60	55	50	55.3	54.3	50.6	50.4	49.4	45.6	-4.9	-4.9	-5	-	-	-
4	491322	4628860	1.FI	60	55	50	56.8	55.8	52	51.3	50.2	46.5	-5.5	-5.6	-5.5	-	-	-
4	491322	4628860	2.FI	60	55	50	57.9	56.8	53.1	53.1	52.1	48.3	-4.8	-4.7	-4.8	-	-	-
5	491344	4628887	GF	60	55	50	53.8	52.8	49	47.4	46.4	42.6	-6.4	-6.4	-6.4	-	-	-
5	491344	4628887	1.FI	60	55	50	56.1	55.1	51.3	49.7	48.6	44.9	-6.4	-6.5	-6.4	-	-	-
6	491373	4628894	GF	60	55	50	54.4	53.4	49.7	49.4	48.4	44.7	-5	-5	-5	-	-	-
6	491373	4628894	1.FI	60	55	50	56.2	55.2	51.4	51.4	50.4	46.7	-4.8	-4.8	-4.7	-	-	-
7	491370	4628790	GF	60	55	50	60.8	59.8	56.1	47.9	46.9	43.2	-12.9	-12.9	-12.9	-	-	-
7	491370	4628790	1.FI	60	55	50	62.6	61.6	57.8	49.6	48.6	44.9	-13	-13	-12.9	-	-	-
7	491370	4628790	2.FI	60	55	50	63.8	62.8	59	52.5	51.5	47.7	-11.3	-11.3	-11.3	-	-	-
8	491330	4628766	GF	60	55	50	61.4	60.4	56.7	46.8	45.8	42	-14.6	-14.6	-14.7	-	-	-
8	491330	4628766	1.FI	60	55	50	62.4	61.4	57.6	49.3	48.3	44.5	-13.1	-13.1	-13.1	-	-	-
9	491301	4628766	GF	60	55	50	57	56	52.3	46.4	45.4	41.6	-10.6	-10.6	-10.7	-	-	-
9	491301	4628766	1.FI	60	55	50	59.1	58.1	54.3	48.4	47.4	43.6	-10.7	-10.7	-10.7	-	-	-
10	491340	4628753	GF	60	55	50	56.4	55.4	51.7	46.8	45.8	42	-9.6	-9.6	-9.7	-	-	-
10	491340	4628753	1.FI	60	55	50	57.7	56.7	53	48.9	47.9	44.2	-8.8	-8.8	-8.8	-	-	-
11	491383	4628776	GF	60	55	50	56.7	55.7	52	50.1	49.1	45.4	-6.6	-6.6	-6.6	-	-	-
11	491383	4628776	1.FI	60	55	50	58.6	57.6	53.8	51.4	50.4	46.7	-7.2	-7.2	-7.1	-	-	-

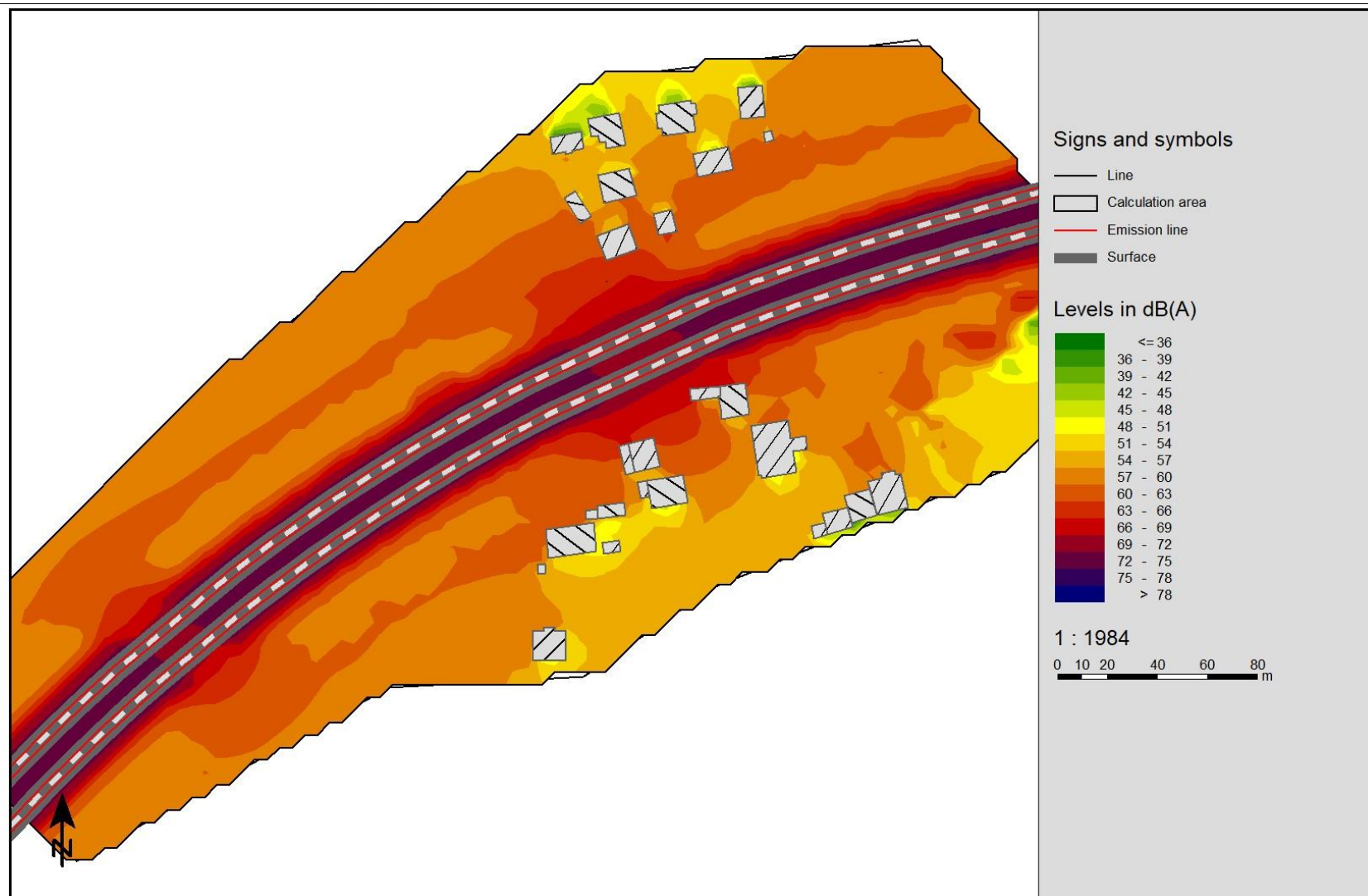
11	491383	4628776	2.FI	60	55	50	59.9	58.8	55.1	53.2	52.2	48.5	-6.7	-6.6	-6.6	-	-	-
12	491285	4628693	GF	60	55	50	53.7	52.7	49	49.7	48.7	44.9	-4	-4	-4.1	-	-	-
12	491285	4628693	1.FI	60	55	50	55.5	54.5	50.8	51	50	46.2	-4.5	-4.5	-4.6	-	-	-
12	491285	4628693	2.FI	60	55	50	56.5	55.5	51.8	51.9	50.9	47.1	-4.6	-4.6	-4.7	-	-	-
13	491420	4628751	GF	60	55	50	55	54	50.3	50.4	49.4	45.7	-4.6	-4.6	-4.6	-	-	-
13	491420	4628751	1.FI	60	55	50	56.2	55.2	51.5	52	51	47.3	-4.2	-4.2	-4.2	-	-	-
13	491420	4628751	2.FI	60	55	50	57.1	56.1	52.3	52.6	51.6	47.9	-4.5	-4.5	-4.4	-	-	-



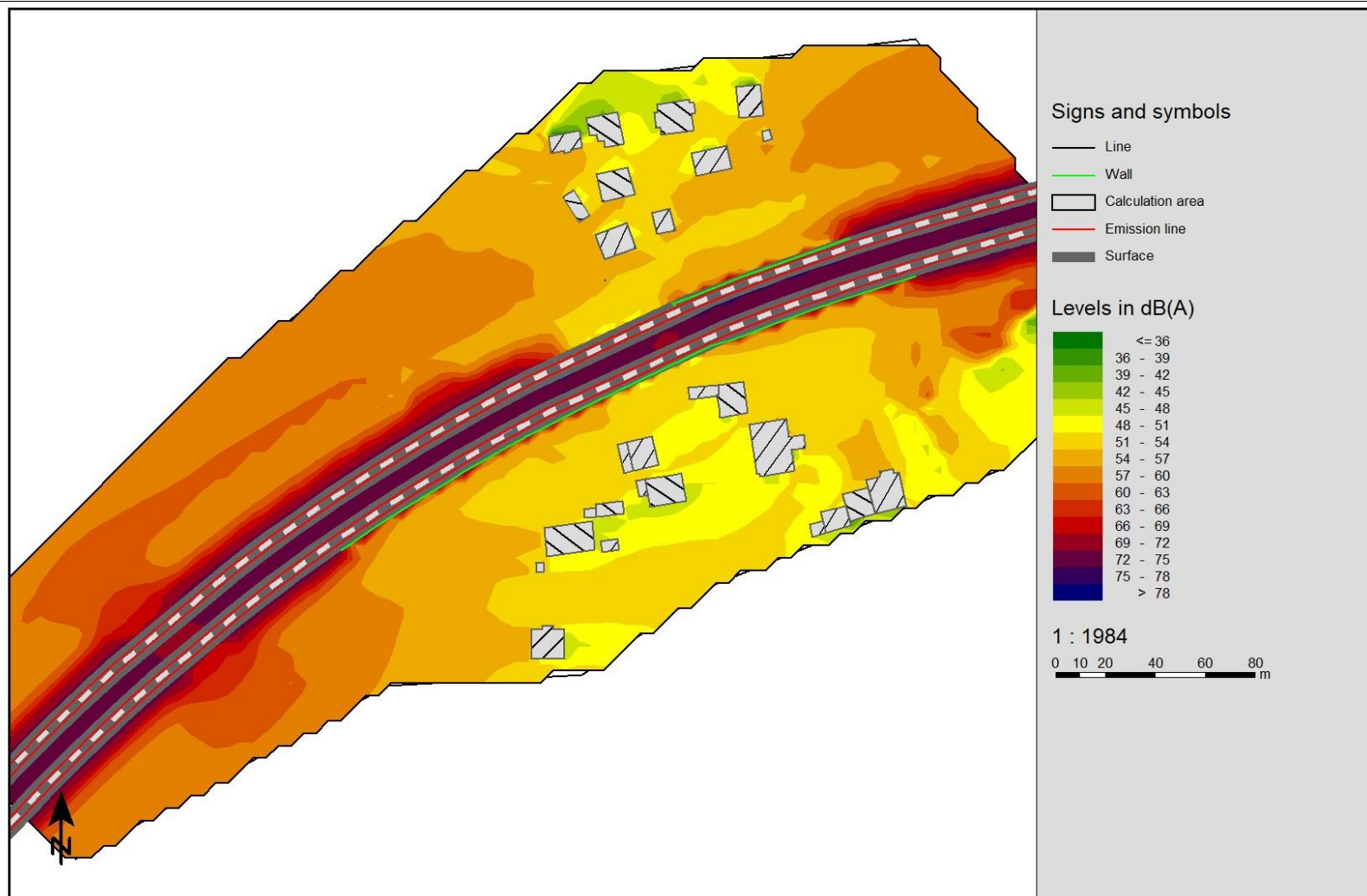
Слика 4 Бучава на поединечни точки и контури на граничните вредности долж трасата меѓу стационачите km 2+350 - 2+916 без заштитни бариери



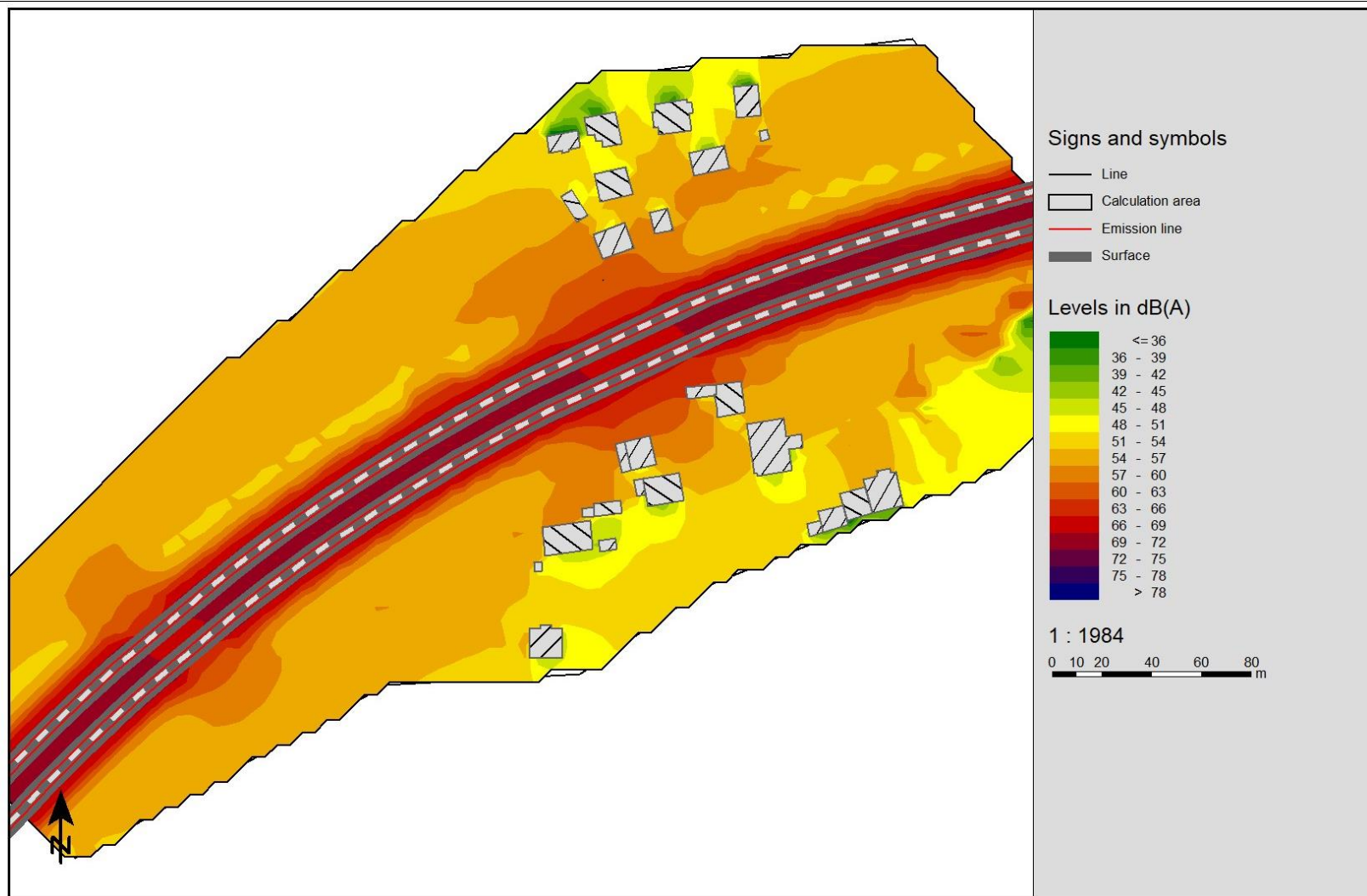
Слика 5 Бучава на поединечни точки долж трасата и контури на граничните вредности меѓу стационажите km 2+350 - 2+916 со заштитни бариери



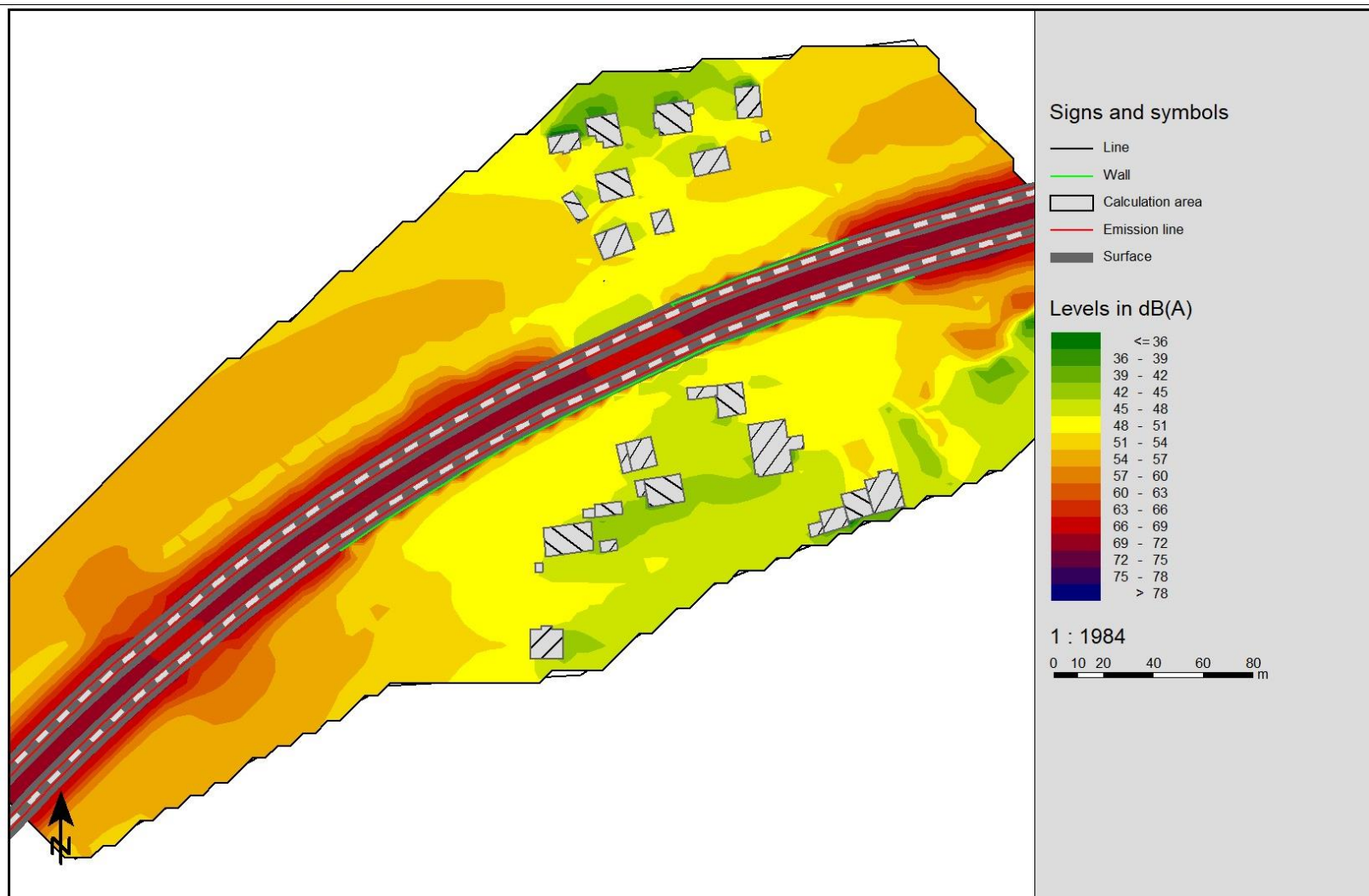
Слика 6 Мапа на бучавата ( $L_d$ ) меѓу стационажите km 2+350 - 2+916 без заштитни бариери



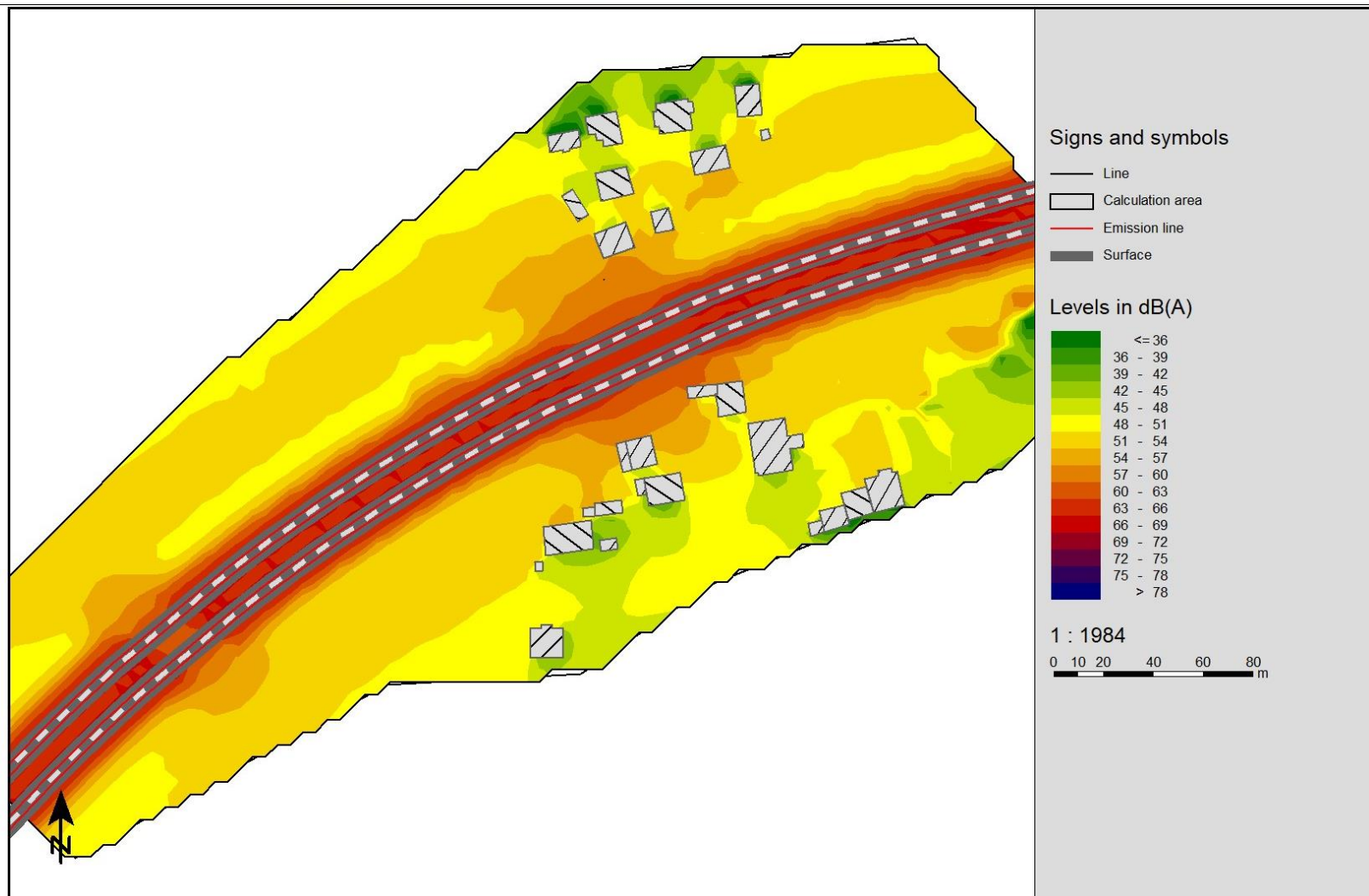
Слика 7 Мапа на бучавата ( $L_d$ ) меѓу стационите km 2+350 - 2+916 со заштитни бариери



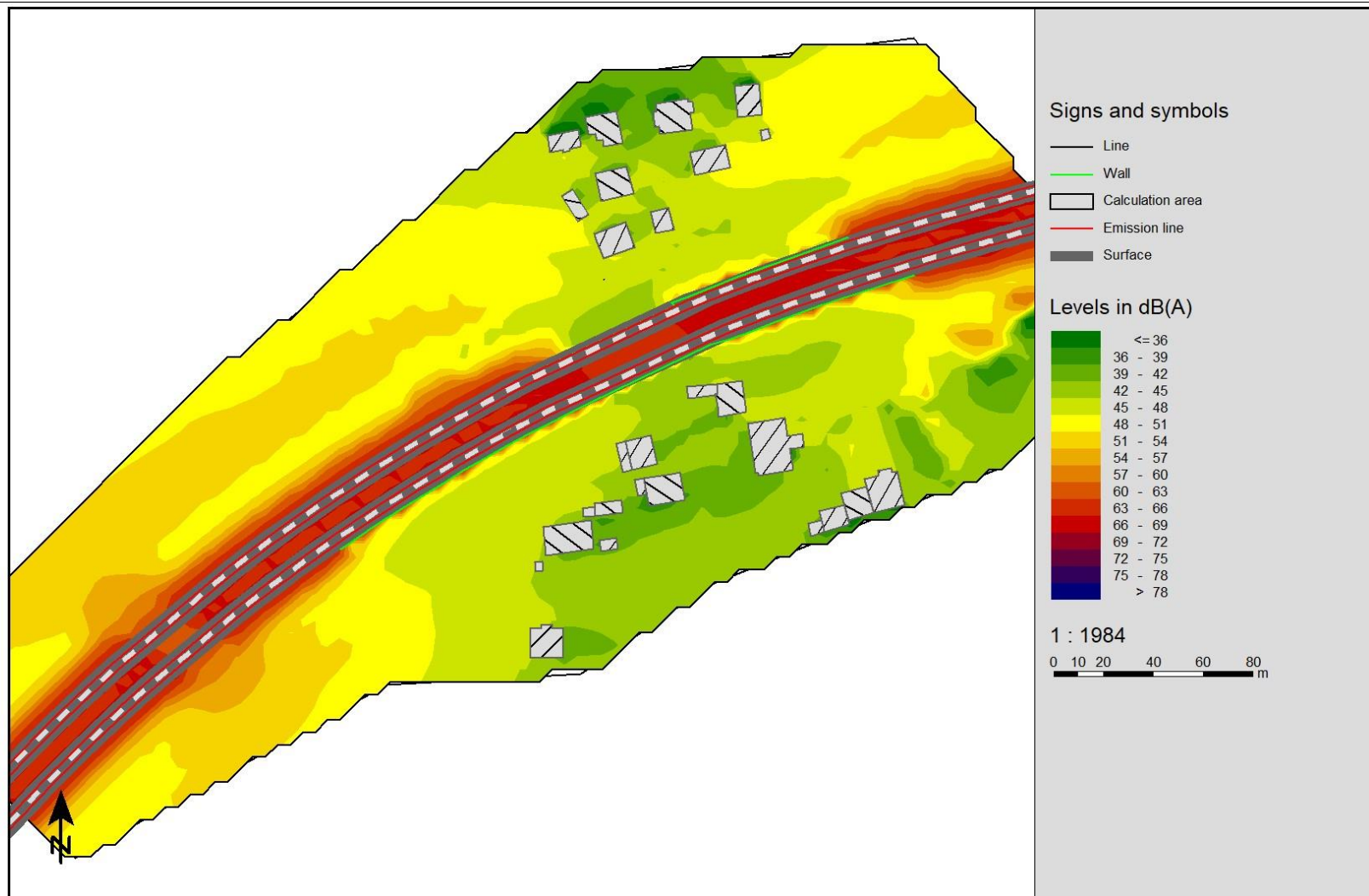
Слика 8 Мапа на бучавата (Lv) меѓу стационачите km 2+350 - 2+916 без заштитни бариери



Слика 9 Мапа на бучавата (Lv) меѓу стационажите km 2+350 - 2+916 со заштитни бариери



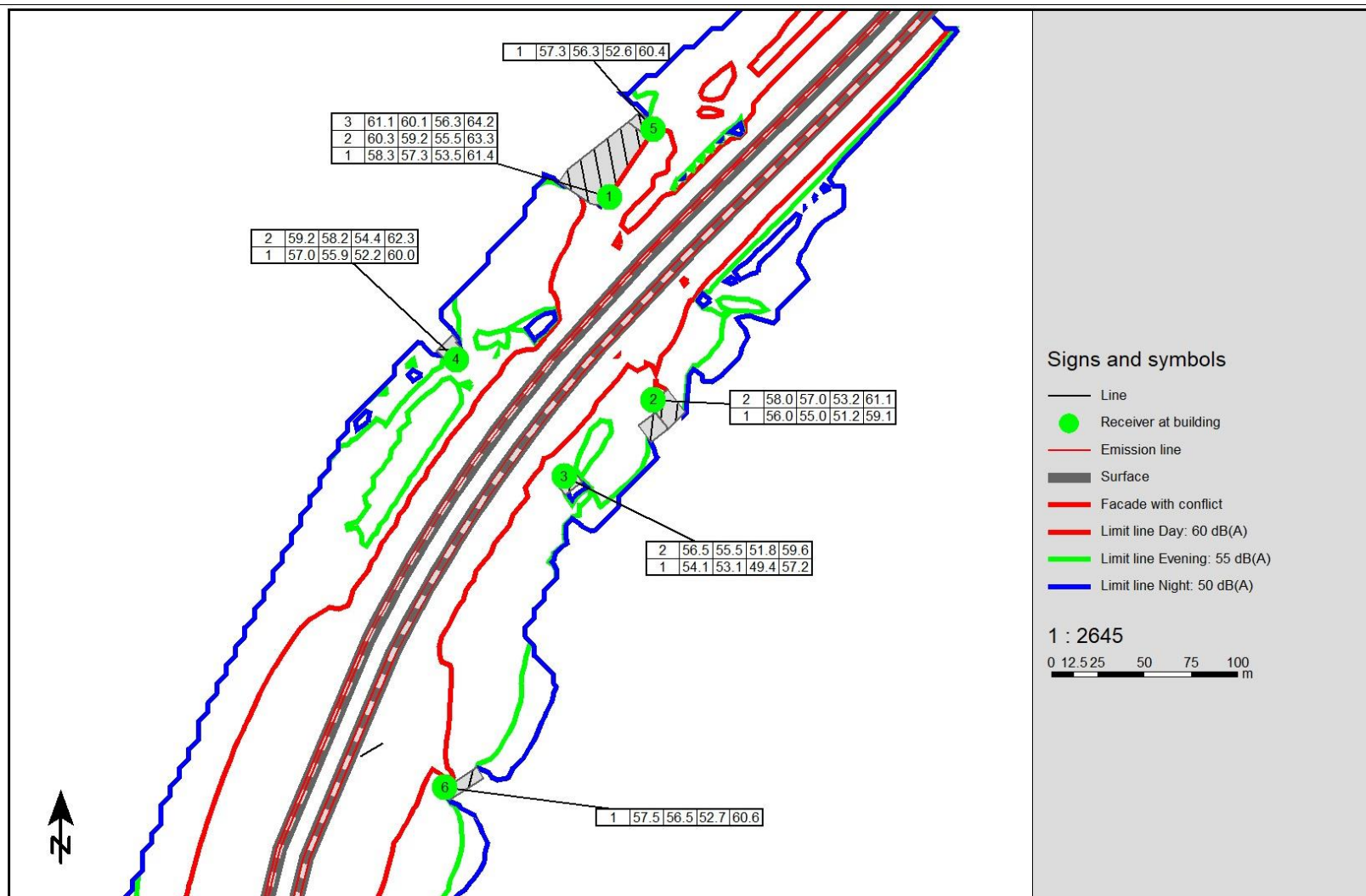
Слика 10 Мапа на бучавата ( $L_n$ ) меѓу стационачите km 2+350 - 2+916 без заштитни бариери



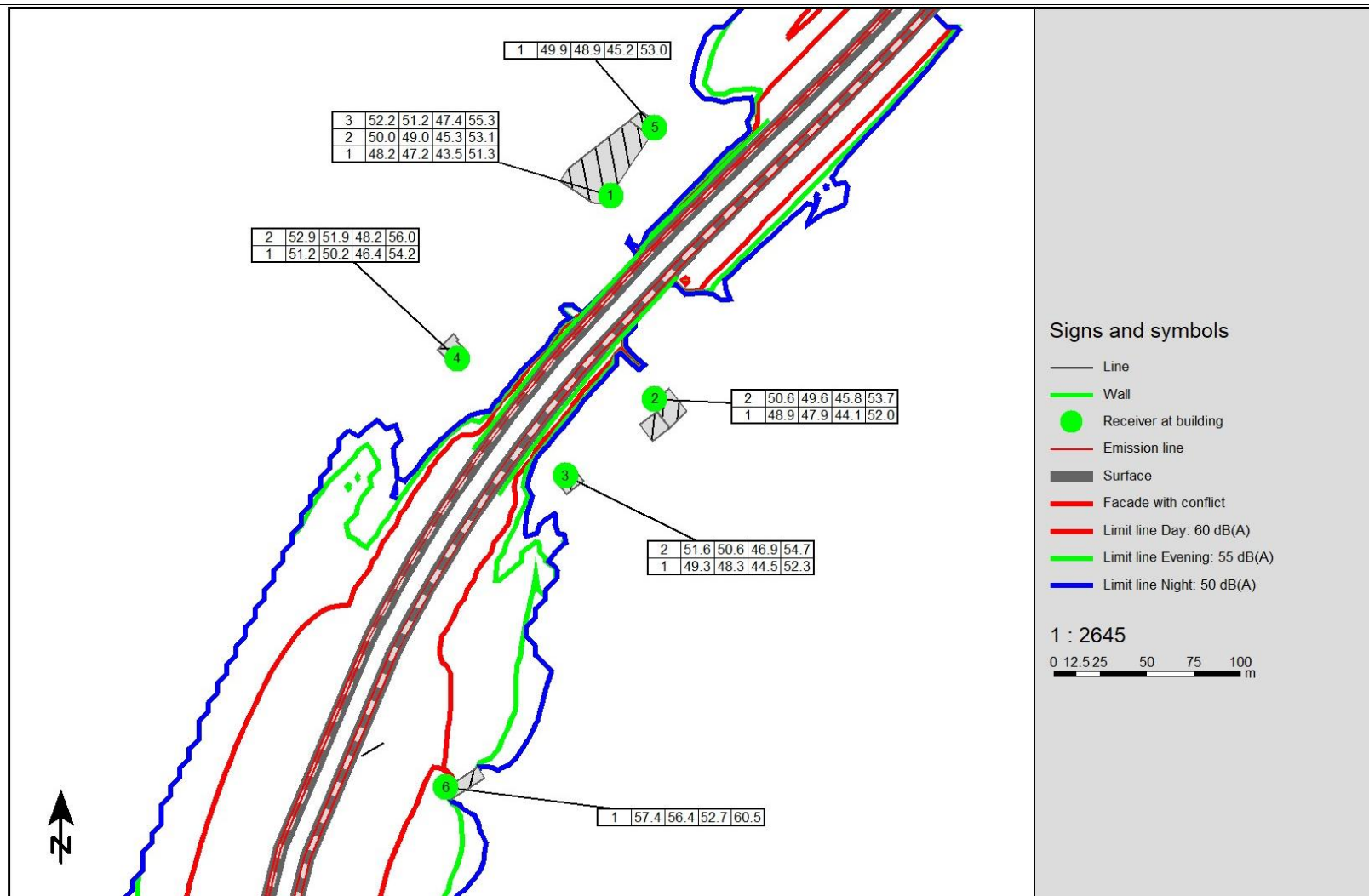
Слика 11 Мапа на бучавата ( $L_n$ ) меѓу стациоаните km 2+350 - 2+916 со заштитни бариери

**Табела 12** Резултати од пресметките (Sound Plan Essential) на бучавата кај осетливите рецептори меѓу стационажите km 4+400 и 5+256

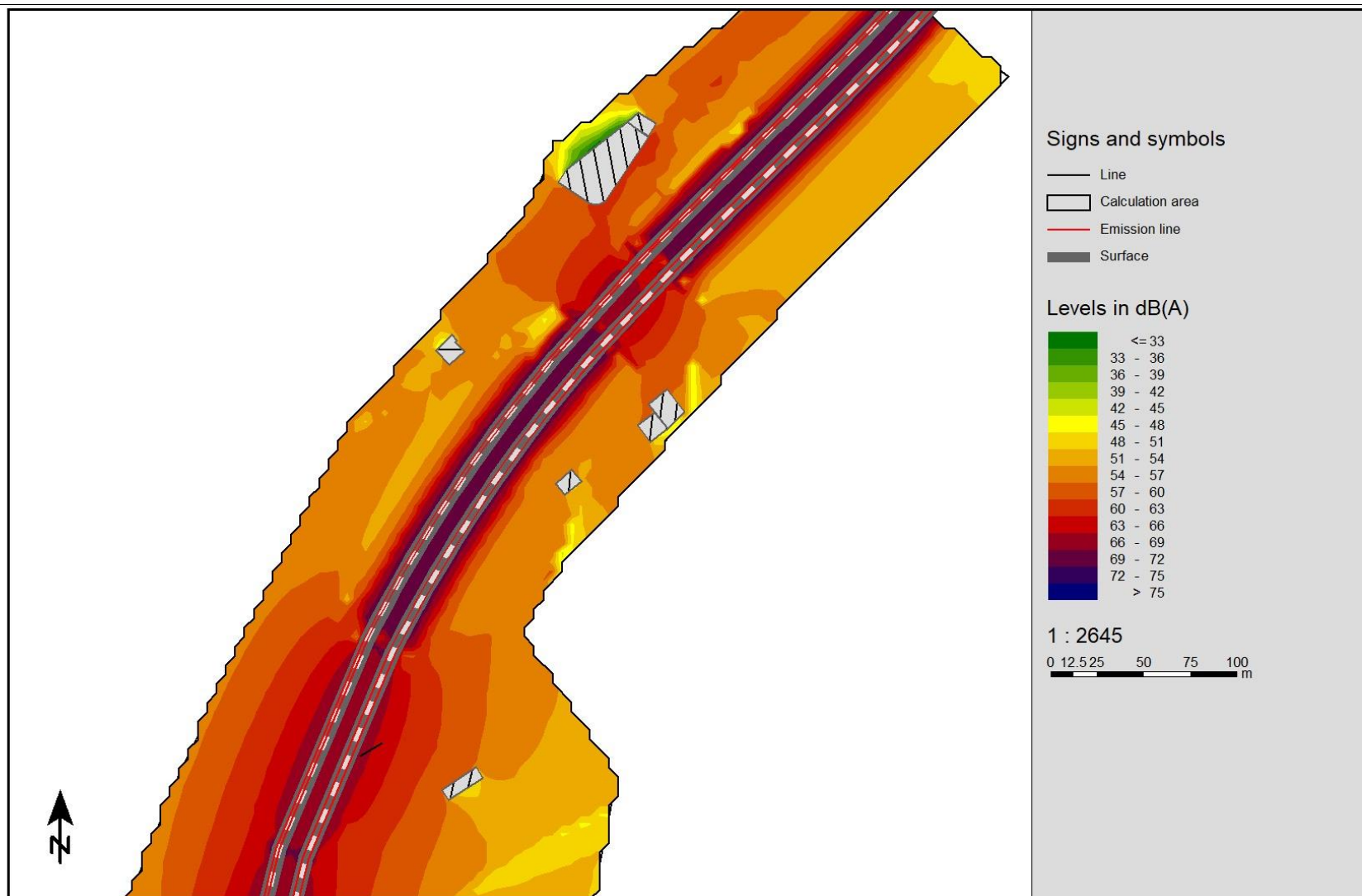
Бр.	Координати (UTM)		Спат	Гранична вредност			Ниво без бариера			Ниво со бариера			Разлика			Конфликт		
	X	Y		Ден	Вечер	Ноќ	Ден	Вечер	Ноќ	Ден	Вечер	Ноќ	Ден	Вечер	Ноќ	Ден	Вечер	Ноќ
	m	m		dB(A)			dB(A)			dB(A)			dB(A)			dB(A)		
<b>1</b>	490409.9	4627140	GF	60	55	50	58.3	57.3	53.5	48.2	47.2	43.5	-10.1	-10.1	-10	-	-	-
<b>1</b>	490409.9	4627140	1.FI	60	55	50	60.3	59.2	55.5	50	49	45.3	-10.3	-10.2	10.2	-	-	-
<b>1</b>	490409.9	4627140	2.FI	60	55	50	61.1	60.1	56.3	52.2	51.2	47.4	-8.9	-8.9	-8.9	-	-	-
<b>2</b>	490433.7	4627032	GF	60	55	50	56	55	51.2	48.9	47.9	44.1	-7.1	-7.1	-7.1	-	-	-
<b>2</b>	490433.7	4627032	1.FI	60	55	50	58	57	53.2	50.6	49.6	45.8	-7.4	-7.4	-7.4	-	-	-
<b>3</b>	490385.8	4626991	GF	60	55	50	54.1	53.1	49.4	49.3	48.3	44.5	-4.8	-4.8	-4.9	-	-	-
<b>3</b>	490385.8	4626991	1.FI	60	55	50	56.5	55.5	51.8	51.6	50.6	46.9	-4.9	-4.9	-4.9	-	-	-
<b>4</b>	490328.1	4627053	GF	60	55	50	57	55.9	52.2	51.2	50.2	46.4	-5.8	-5.7	-5.8	-	-	-
<b>4</b>	490328.1	4627053	1.FI	60	55	50	59.2	58.2	54.4	52.9	51.9	48.2	-6.3	-6.3	-6.2	-	-	-
<b>5</b>	490433.7	4627176	GF	60	55	50	57.3	56.3	52.6	49.9	48.9	45.2	-7.4	-7.4	-7.4	-	-	-
<b>6</b>	490321.9	4626824	GF	60	55	50	57.5	56.5	52.7	57.4	56.4	52.7	-0.1	-0.1	0	-	1.4	2.7



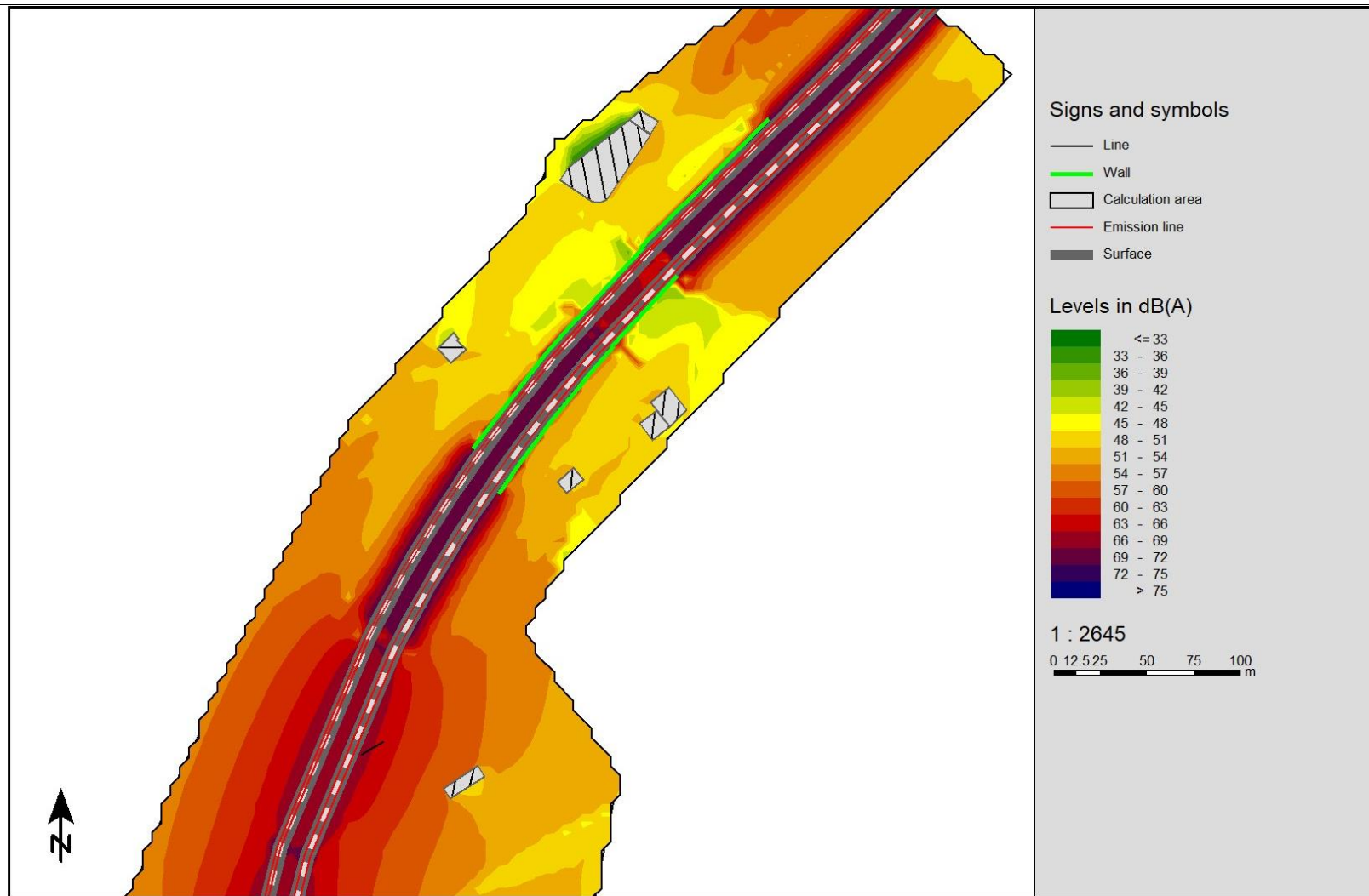
Слика 12 Бучава на поединечни точки долж трасата меѓу стациоанжите km 4+400 - 5+256 без заштитни бариери



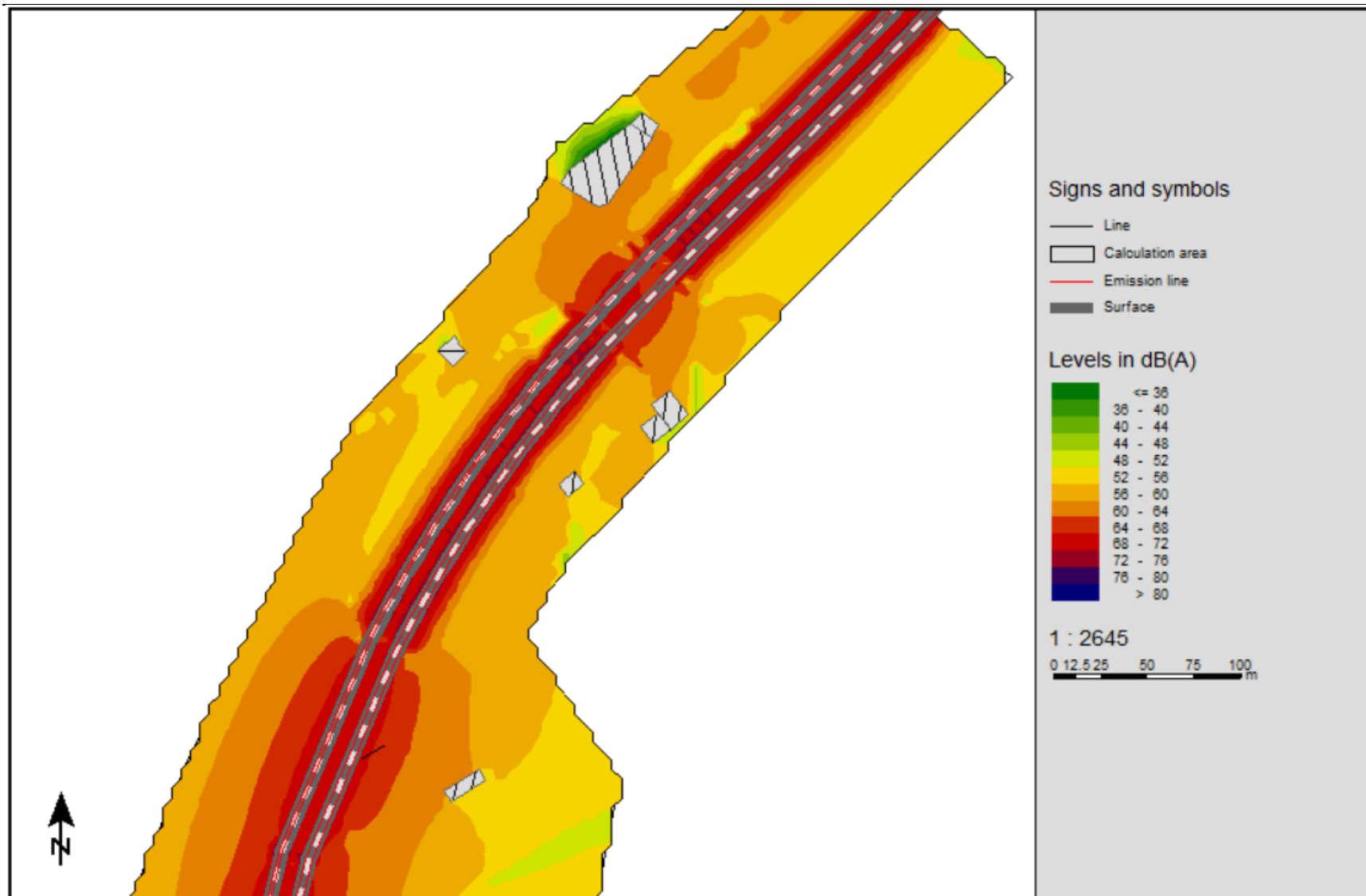
Слика 13 Бучава на поединечни точки долж трасата меѓу стациоанжите km 4+400 - 5+256 со заштитни бариери



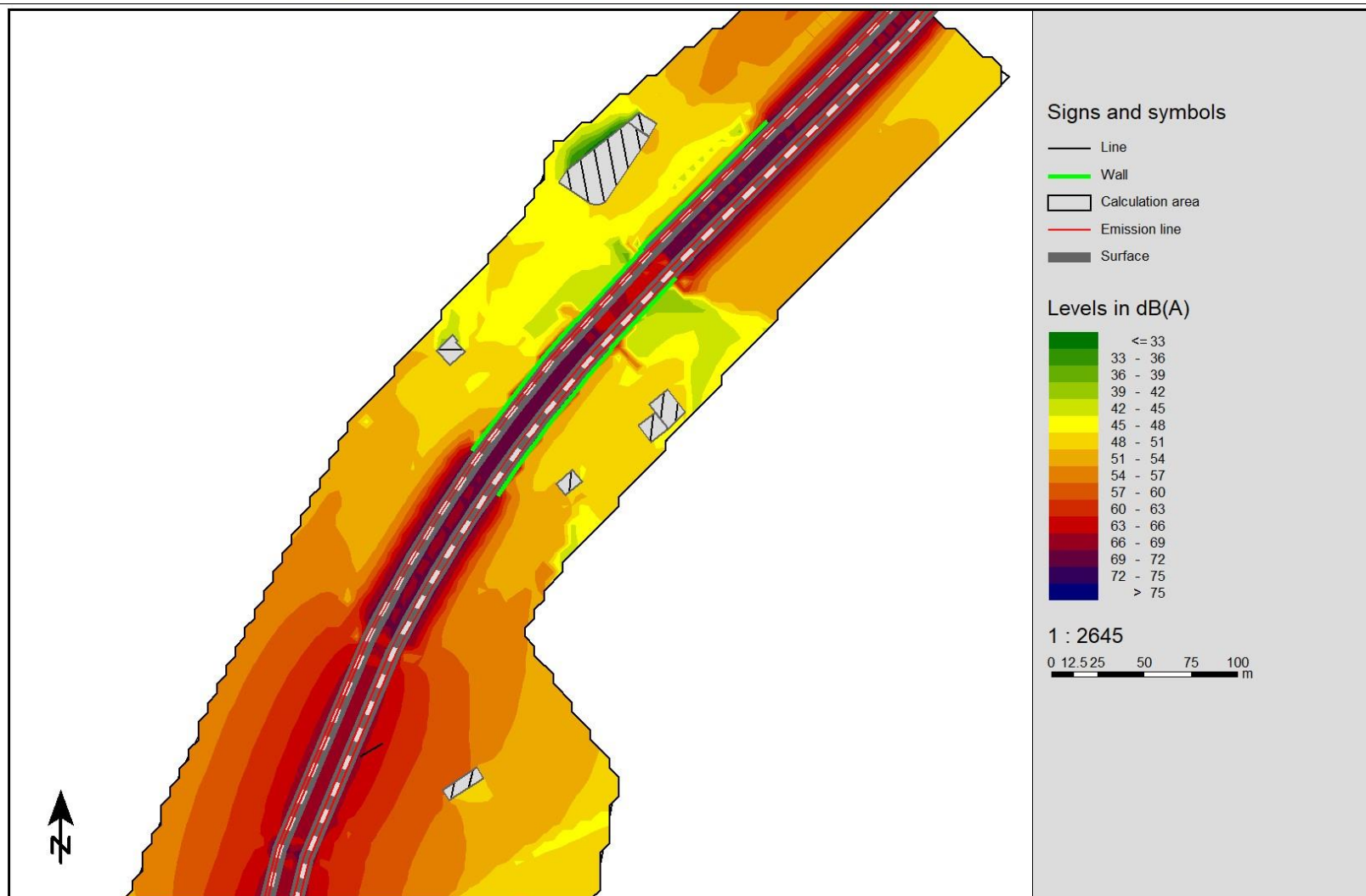
Слика 14 Мапа на бучавата (Ld) меѓу стационачите km 4+400 - 5+256 без заштитни бариери



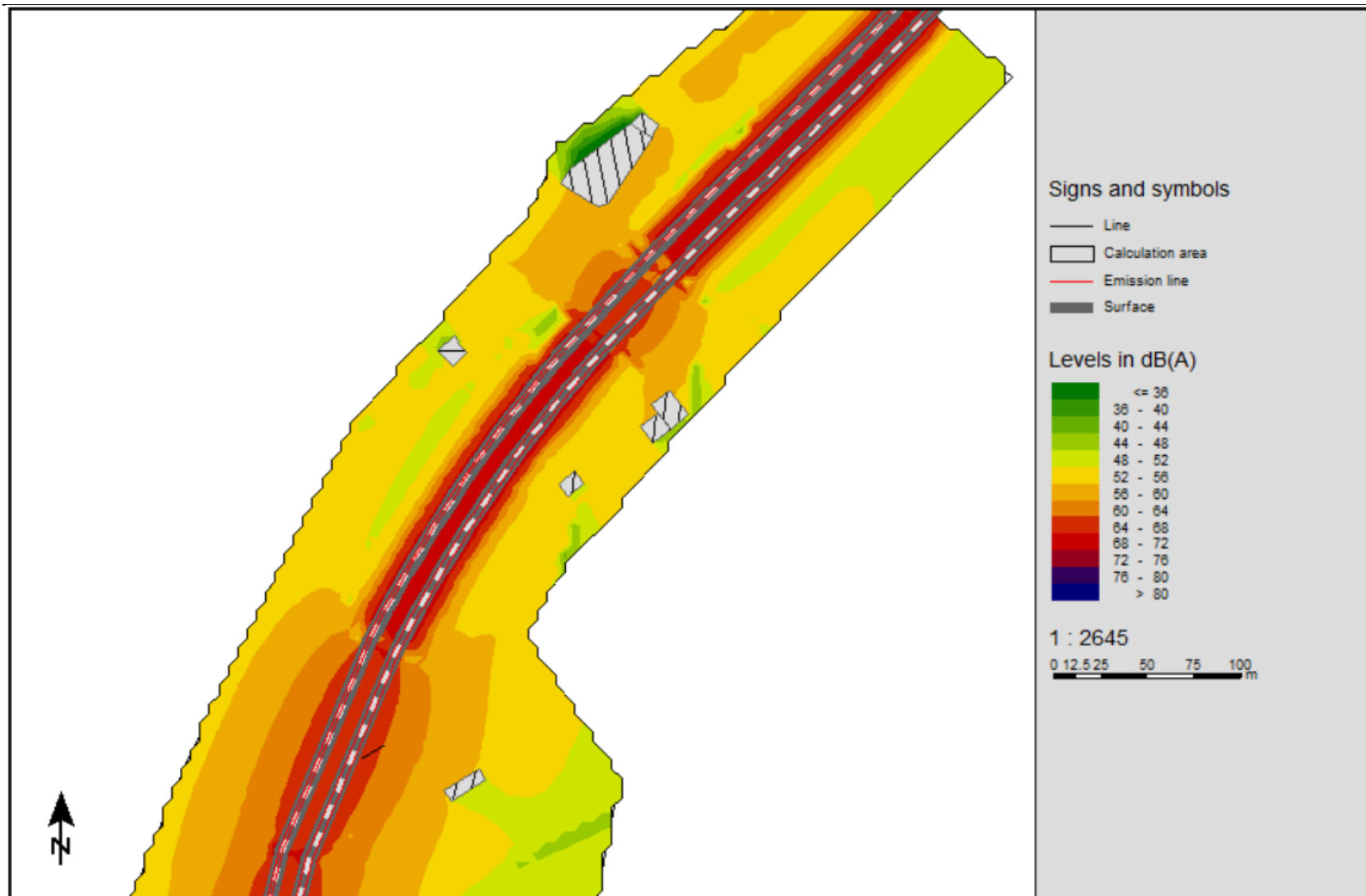
Слика 15 Мапа на бучавата (Ld) меѓу стационажите km 4+400 - 5+256 со заштитни бариери



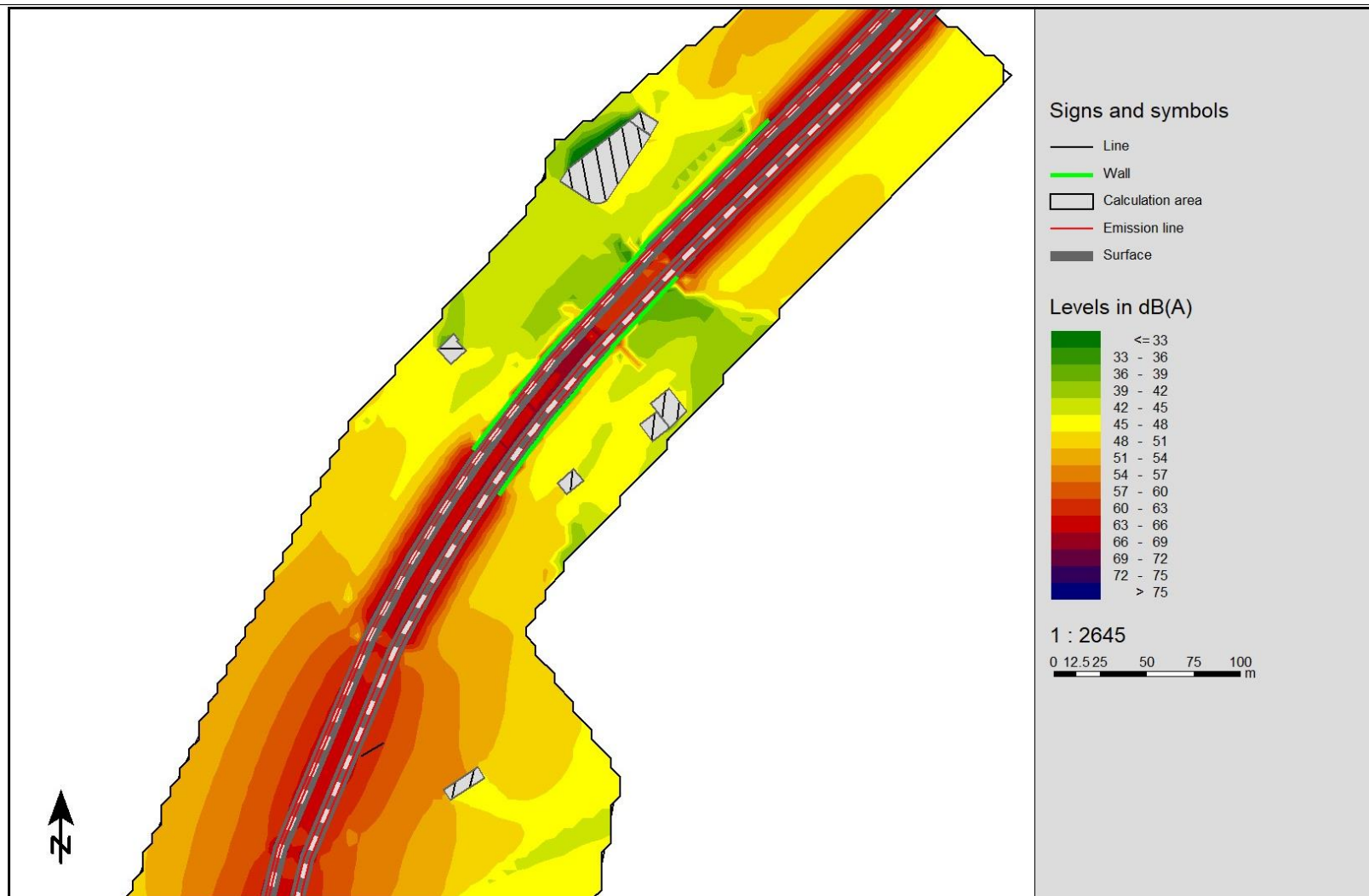
Слика 16 Мапа на бучавата (Lv) меѓу стационажите km 4+400 - 5+256 без заштитни бариери



Слика 17 Мапа на бучавата (Lv) меѓу стационажите km 4+400 - 5+256 со заштитни бариери



Слика 18 Мапа на бучавата ( $L_n$ ) меѓу стациоажите km 4+400 - 5+256 без заштитни бариери



Слика 19 Мапа на бучавата ( $L_n$ ) меѓу стационажите km 4+400 - 5+256 со заштитни бариери