

Содржина

1	Вовед	2
2	Законска рамка.....	3
2.1	Постоечка состојба во врска со бучавата.....	4
2.1.1	Живеалишта.....	4
2.1.2	Бучава.....	4
3	Фаза на градба	6
4	Оперативна фаза	9
5	Заштита од прекумерна бучава.....	15
ПРИЛОГ 1	20

1 Вовед

Делницата Букојчани – Кичево е дел од автопатот А2 којшто, како дел од европскиот коридор Е 65, почнува од клучката кај Миладиновци и преку Скопје, Тетово, Гостивар, Кичево и Охрид треба да се поврзе со Република Албанија.

Оваа делница е долга 12.73 km и се протега низ планински регион и поради тоа вклучува конструкции како неколку мостови, надпатници, пропусти и еден двоцевен тунел. Предвидената траса минува крај неколку населени места, но претежно на растојанија поголеми од 100 m од нив.

Со оглед на предвидената стапка на пораст на густината на сообраќајот, бучавата која тој ја предизвикува може да биде значителна. Овој извештај се однесува на проценката на влијанијата на бучавата врз животната средина на делницата Букојчани – Кичево на автопатот А2.

2 Законска рамка

Граничните вредности на бучавата за различни видови реони се определени во чл. 6 од Правилникот за гранични вредности на нивото на бучава во животната средина (Сл. В. на РМ“ бр. 147/08 од 26.11.2008 год). Тие се наведени во Табела 1 подолу.

Табела 1 Максимални дозволени нивоа на бучава во одделни реони

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

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.

Методата 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. Детали за ова има во поглавјето 3.2.

2.1 Постоечка состојба во врска со бучавата

2.1.1 Живеалишта

Оваа делница од автопатот се гради главно надвор од населените места, но повремено минува покрај населби како Зајас, Долно Строгомиште и градот Кичево.

Најблиската кука во селото Зајас е оддалечена околу 70 метри од идниот автопат. Во Долно Строгомиште, пак, оддалеченоста од најблиските куки е во рамките на 10-30 m. Според тоа, на одредени места инвеститорот треба да преземе сериозни мерки за заштита од прекумерна бучава од активностите на градба на автопатот.

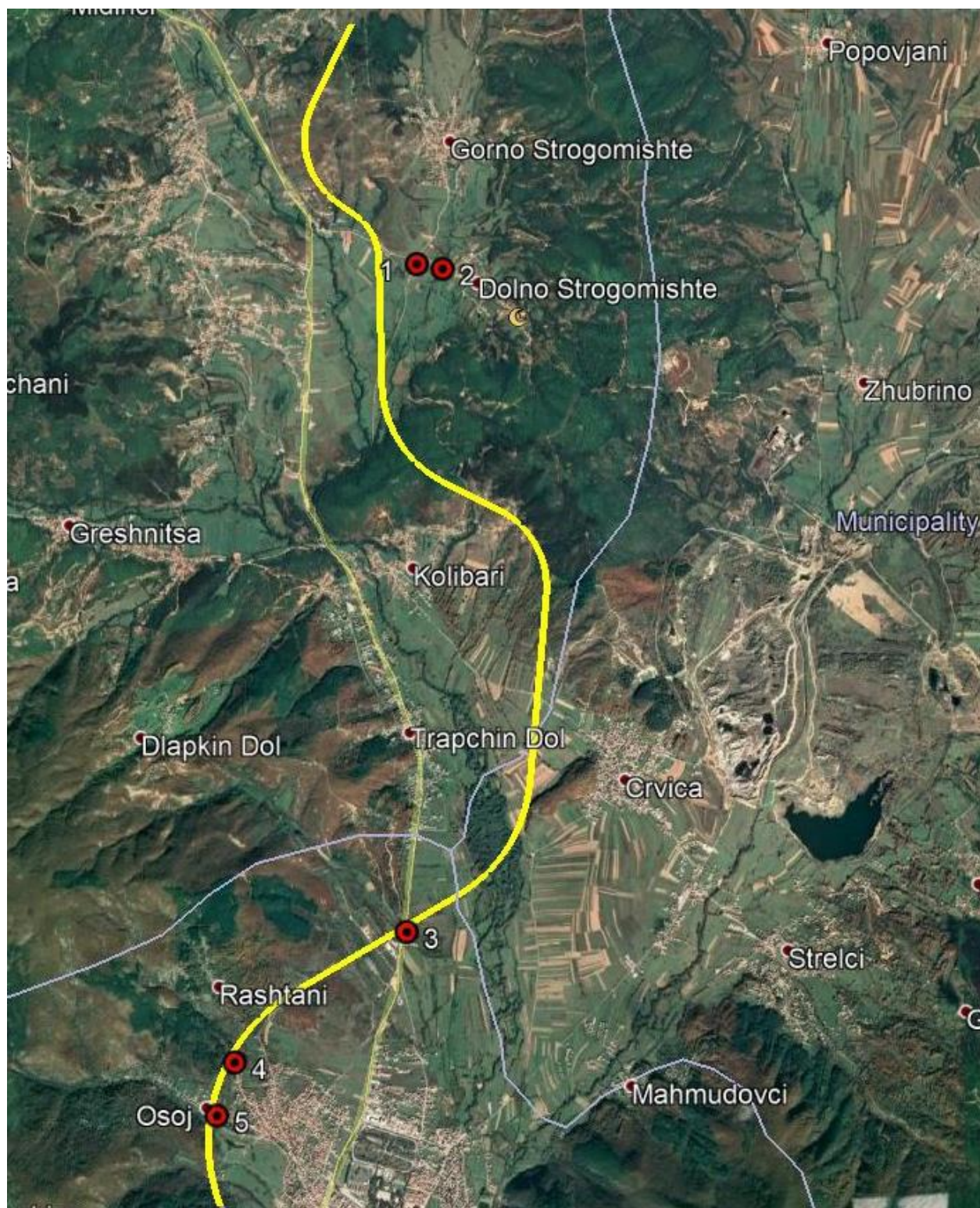
По реакција на жителите од селото Строгомиште, донесена е одлука да се направи деијација на трасата од стационата 2+00 km за да се спои на влезот на тунелот на стационата 5+359 m. Со тоа, трасата значително се оддалечува од осетливите рецептори, а влијанието од бучавата станува занемарливо. Следствено, рецепторите кои се наоѓаат на тој дел од претходната траса се исклучени од натамошна обработка.

2.1.2 Бучава

Позадинската бучава е проверена на 5 локации од различен вид (живеалишта, прометни места и отворени површини). Дел од овие рецептори се користени покасно во моделот на бучава како поединечни точки. На Слика 1 се прикажани локациите на поединечните точки кои покасно се среќаваат во табелите. Точките 1 и 2 се избрани според првобитната опција (опција 1). Трасата која сега се обработува е повлечена подалеку од живеалиштата, па влијанијата од бучавата можат да бидат само помали. Резултатите од мерењата на бучавата се прикажани во Табела 2.

Табела 2 Постоечко ниво на бучавата на одредени точки покрај трасата на идниот автопат

Мерно место	Координати (UTM)		Период	dB(A)			
	X	Y		Leq	Lmax	L10	L90
1	496915	4604978	Ден	54.6	72.1	57.9	39.1
			Вечер	52.3	70.8	54.6	40.2
			Ноќ	53.1	65.4	55.2	38.7
2	497144	4604935	Ден	78.1	102.8	52.7	31.6
			Вечер	76.6	81.3	61.3	39.7
			Ноќ	53.7	74.2	52.5	34.5
3	496839	4599105	Ден	71.5	87.6	76.2	45.8
			Вечер	60.0	79.7	63.4	46.2
			Ноќ	63.5	89.8	66.9	34.3
4	495334	4597970	Ден	45.8	64.7	49.2	38.3
			Вечер	51.6	67.3	54.3	39.5
			Ноќ	44.8	68.1	50.0	38.7
5	495180	4597509	Ден	44.3	65.1	46.5	33.0
			Вечер	67.3	94.2	52.9	46.2
			Ноќ	53.2	81.1	54.2	27.4



Слика 1. Приказ на трасата на делницата на автопатот од Букојчани до Кичево.

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 3 се наведени машините коишто најчесто се користат при градба на патишта и нивоата на бучава на референтна оддалеченост од 15 m од изворот.

Табела 3 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
Рамнилица	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 булдозери, пили за дрво, камиони и сл. во расчистување на теренот. Во Табела 4 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 4 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

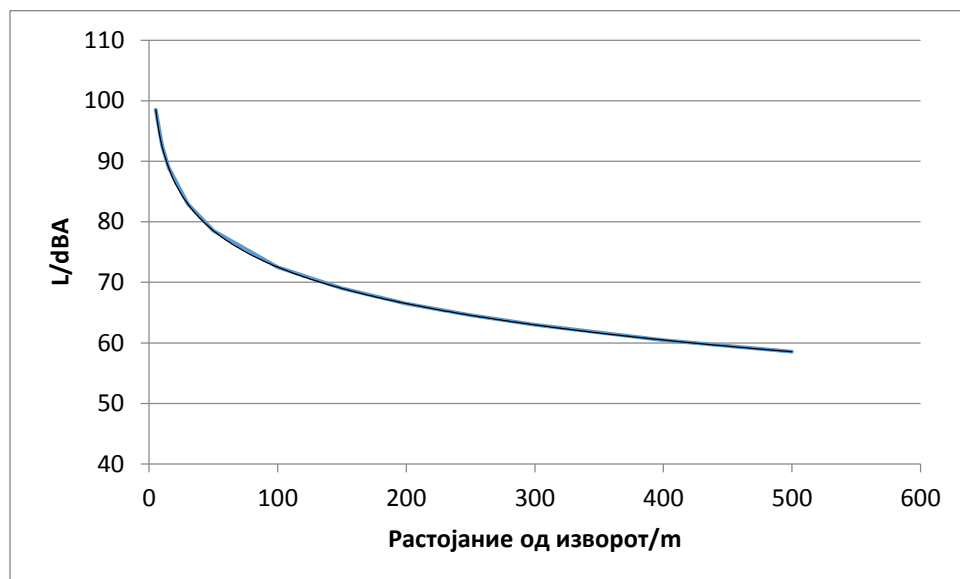
G - Фактор на теренот

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, но главно надвор од населени подрачја, без сензитивни рецептори. Во додаток на тоа, бучавата во текот на изградба е непријатност од времена (краткотрајна) природа, па влијанијата не се значителни, освен во непосредна близина на градилиштата. Влијанијата на растојание од 400 m се во границите под 60 dBA во активниот период. Работа преку ноќ ќе се избегнува, а во случаи кога тоа нема да биде можно, ќе биде сведена на минимум, со што ќе се намали притисокот врз луѓето во населените места.

Изведувачот на работите треба да изготви план за заштита од бучава за време на периодот на градба на оваа делница од автопатот А2 (Гостивар – Кичево) земајки 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 при избор на локацијата на мобилните бази
- 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 преземени од Физибилити студијата за автопатот како просечен годишен дневен сообраќај (ПГДС) (2021-2040). Во истиот сет податоци се и оние за видовите на возила. Во студијата е усвоена стапка на пораст на густината на сообраќајот од 5%. Предвидените вредности се прикажани во Табела 5. Она што недостасува во податоците е распределбата на бројот на возила според периодот на едно деноноќие.

Табела 5 Податоци и предвидувања за просечниот годишен дневен сообраќај на патниот правец Букојчани - Кичево

Година	Патнички	Товарни	Вкупно
2017	4602	1056	5658
2018	4832	1108.8	5941
2019	5074	1164.24	6238
2020	5327	1222.452	6550
2021	5594	1283.575	6877
2022	5873	1347.753	7221
2023	6167	1415.141	7582
2024	6475	1485.898	7961
2025	6799	1560.193	8359
2026	7139	1638.203	8777
2027	7496	1720.113	9216
2028	7871	1806.118	9677
2029	8265	1896.424	10161
2030	8678	1991.245	10669
2031	9112	2090.808	11202
2032	9567	2195.348	11763
2033	10046	2305.116	12351
2034	10548	2420.371	12968
2035	11075	2541.39	13617
2036	11629	2668.459	14297
2037	12210	2801.882	15012
2038	12821	2941.976	15763
2039	13462	3089.075	16551
2040	14135	3243.529	17379

Бидејќи немаме на располагање податоци за густината на сообраќајот според дневните периоди, поделбата е направена според упатствата во RLS 90, имајќи ги предвид уделите на товарните возила според физибилити студијата.

Бидејќи описот на методата во Правилникот е детално прикажан, за потребите на овој извештај е применет Германскиот стандард RLS 90. 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 споредизразот

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

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. 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:

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

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

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 6.

Табела 6 Основни податоци за сообраќајот

	Ден	Вечер	Ноќ
Очекуван број на патнички возила 2021 година	372.9	74.9	69.9
Очекуван број на товарни возила 2021	74.9	48.2	24.1
Очекуван број на патнички возила 2040 година	942.3	165.2	82.6
Очекуван број на товарни возила 2040	189.2	121.7	60.8
Брзина на патнички возила	80	80	80
Брзина на товарни возила	80	80	80

Според вредностите од Табела 6 се пресметани нивоите на бучава на референтното расојание (2040):

Табела 7 Нивоа на бучава на растојание од 25 метри од изворот

	Ld25	Lv25	Ln25
2021	63.17	56.77	53.76
2040	67.99	63.19	58.97

Заедничките корекциони фактори ги имаат следните вредности:

D _{брзина.d}	D _{брзина.v}	D _{брзина.п}	D _{нагиб}	D _{коловоз}	D _{терен}
2.1	2.1	2.1	0	-1	0

Според очекуваната густина на сообраќајот, направени се пресметки за бучавата од за 2021 година, како и за 2040 година. Резултатите се прикажани во Табела 8 и Табела 9 подолу.

Резултатите сосема јасно укажуваат дека нивото на бучава предизвикана од патниот сообраќај на оваа делница од автопатот ги надминува граничните вредности за бучава пропишани со Правилникот за примена 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).

Табела 8 Очекувани нивоа на бучава од сообраќајот кај осетливите рецептори во 2021 година

Бр.	Стационажа	Страна	S (m)	hm (m)	D(h)	Ds	L _d	L _v	L _n	L _{den}
1	12+540	D	31.05	9.200	0.00	0.57	67.86	61.46	58.45	69.35
2	12+498	L	25.75	11.000	0.00	1.43	68.72	62.33	59.32	70.21
3	12+450	L	15.55	10.300	0.00	3.71	71.01	64.62	61.60	72.50
4	12+030	L	8.25	5.300	0.00	6.54	73.83	67.44	64.43	75.32
5	11+929	L	44.25	4.200	-0.60	-1.09	65.61	59.21	56.20	67.10
6	11+920	L	21.55	3.800	-0.03	2.24	69.50	63.11	60.10	70.99
7	11+910	L	14.25	2.300	-0.02	4.11	71.38	64.99	61.98	72.87
8	11+883	L	11.25	1.600	-0.01	5.16	72.44	66.05	63.04	73.93
9	11+765	L	21.05	1.200	-0.93	2.35	68.71	62.32	59.30	70.20
10	11+688	D	32.95	2.500	-0.78	0.29	66.81	60.42	57.40	68.30
11	11+799	D	20.55	1.100	-1.01	2.46	68.74	62.35	59.33	70.23
12	11+740	D	18.05	0.600	-1.71	3.04	68.62	62.23	59.22	70.12
13	11+725	D	17.75	0.600	-1.67	3.12	68.75	62.35	59.34	70.24
14	11+718	D	6.45	0.700	-0.01	7.63	74.92	68.52	65.51	76.41
15	11+490	L	69.95	0.500	-4.17	-3.30	59.83	53.44	50.42	61.32
16	11+426	L	46.05	2.900	-1.22	-1.28	64.79	58.40	55.39	66.28
17	11+418	L	9.65	5.400	0.00	5.85	73.14	66.75	63.73	74.63
18	11+398	L	16.65	7.200	0.00	3.41	70.70	64.31	61.30	72.19
19	11+383	L	39.15	7.700	-0.05	-0.51	66.73	60.33	57.32	68.22
20	2+840	L	54.45	3.200	-1.41	-2.08	63.80	57.41	54.40	65.29
21	2+810	L	23.250	3.400	-0.09	1.89	69.10	62.71	59.70	70.59
22	2+755	L	18.250	4.400	0.00	2.99	70.28	63.89	60.88	71.77
23	2+660	D	12.750	3.800	0.00	4.60	71.90	65.51	62.49	73.39
24	2+680	D	26.55	3.9	-0.11	1.29	68.48	62.08	59.07	69.97
25	2+758	D	51.95	17.3	0.00	-1.85	65.44	59.04	56.03	66.93

Забелешка: Трасата на автопатот во актуелната варијанта е повлечена далеку од објектите во осенчениот дел на табелата, па тие нема да бидат обработувани понатаму во овој документ.

Табела 9 Очекувани нивоа на бучава од сообраќејот кај осетливите рецептори во 2040 година

Бр.	Стационажа	Страна	S (m)	hm (m)	D(h)	Ds	L _d	L _v	L _n	L _{den}
1	12+540	D	31.05	9.200	0.00	0.57	71.88	65.49	62.48	73.37
2	12+498	L	25.75	11.000	0.00	1.43	72.75	66.35	63.34	74.24
3	12+450	L	15.55	10.300	0.00	3.71	75.03	68.64	65.63	76.52
4	12+030	L	8.25	5.300	0.00	6.54	77.86	71.47	68.45	79.35
5	11+929	L	44.25	4.200	-0.60	-1.09	69.63	63.24	60.23	71.12
6	11+920	L	21.55	3.800	-0.03	2.24	73.53	67.13	64.12	75.02
7	11+910	L	14.25	2.300	-0.02	4.11	75.41	69.02	66.00	76.90
8	11+883	L	11.25	1.600	-0.01	5.16	76.47	70.07	67.06	77.96
9	11+765	L	21.05	1.200	-0.93	2.35	72.74	66.34	63.33	74.23
10	11+688	D	32.95	2.500	-0.78	0.29	70.84	64.44	61.43	72.32
11	11+799	D	20.55	1.100	-1.01	2.46	72.76	66.37	63.36	74.25
12	11+740	D	18.05	0.600	-1.71	3.04	72.65	66.26	63.24	74.14
13	11+725	D	17.75	0.600	-1.67	3.12	72.77	66.38	63.37	74.26
14	11+718	D	6.45	0.700	-0.01	7.63	78.94	72.55	69.54	80.43
15	11+490	L	69.95	0.500	-4.17	-3.30	63.85	57.46	54.45	65.34
16	11+426	L	46.05	2.900	-1.22	-1.28	68.82	62.42	59.41	70.31
17	11+418	L	9.65	5.400	0.00	5.85	77.16	70.77	67.76	78.65
18	11+398	L	16.65	7.200	0.00	3.41	74.73	68.33	65.32	76.22
19	11+383	L	39.15	7.700	-0.05	-0.51	70.75	64.36	61.35	72.24
20	2+840	L	54.45	3.200	-1.41	-2.08	67.83	61.44	58.42	69.32
21	2+810	L	23.250	3.400	-0.09	1.89	73.13	66.73	63.72	74.62
22	2+755	L	18.250	4.400	0.00	2.99	74.31	67.92	64.90	75.80
23	2+660	D	12.750	3.800	0.00	4.60	75.92	69.53	66.52	77.41
24	2+680	D	26.55	3.9	-0.11	1.29	72.50	66.11	63.10	73.99
25	2+758	D	51.95	17.3	0.00	-1.85	69.46	63.07	60.06	70.95

5 Заштита од прекумерна бучава

Критериум за одлучување за потребата од примена на мерки за намалување на нивото на бучава е Превилникот за гранични вредности на нивото на бучава во животната средина (Сл.В РМ 147/2008). Во чл. 6 од Правилникот се дадени гранични вредности за реони изложени на одредени активности. Тие вредности се дадени во Табела 10 подолу. Вредностите од маркираниот ред (Реони изложени на интензивен патен сообраќај) се користени во табелите во Прилог 1 за определување на конфликтни состојби.

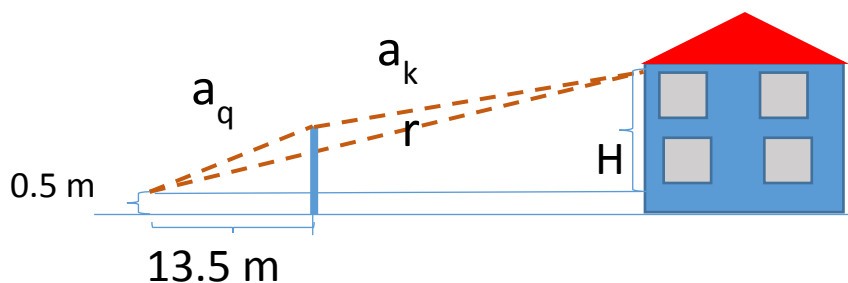
Табела 10 Гранични вредности за нивона бучава надвор од урбани локации

Видови реони	Ниво на бучава изразено во dB(A)		
	Ld	Lv	Ln
Реони изложени на интензивен патен сообраќај	60	55	50
Реони изложени на интензивен железнички сообраќај	65	60	55
Реони изложени на интензивен 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 каде што 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 меѓу изворот на бучава и рецепторот. Правило е висината на бариерата да 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 големина 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 редуција 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

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

За $z_k < 0$ $K_{w,k} = 1$

Заради 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.

Применувајќи ги горните релации, направена е пресметка на потребните висини на звучните бариери на одредени локации. Бариерите се поставени на растојание од 13.5 m од оската на автопатот. Резултатите се дадени во Табела 11.

Таму кадешто е потребна бариера за заштита од прекумерна бучава, усвоена е минимална висина од 2m. Само на две локации е потребна поголема висина од оваа.

Табела 11 Пресметани висини на бариерите кај осетливите рецептори

Бр.	Стационажа	Страна	C(m)	DH	h-0.5	Пресметана висина на бариера	Усвоена висина на бариера	z	Kw	Dz
10	11.7	D	32.95	2.5	0.17	1.17	2	2.69	0.99	15.00
14	11.718	D	6.45	0.7	0.24	1.24	2	2.68	1.00	14.79
13	11.725	D	17.75	0.6	0.08	1.08	2	2.70	0.99	14.89
12	11.74	D	18.05	0.6	0.07	1.07	2	2.70	0.99	14.89
11	11.799	D	20.55	1.1	0.12	1.12	2	2.70	0.99	14.91
1	12.54	D	31.50	9.2	0.66	1.66	2	2.53	0.99	14.87

19	11.383	L	39.15	7.7	0.44	1.44	2	2.62	0.99	14.99
18	11.398	L	16.65	7.2	0.97	1.97	2	2.34	0.99	14.61
17	11.418	L	9.65	5.4	1.26	2.26	3	2.15	1.00	14.38
16	11.426	L	46.05	2.9	0.14	1.14	2	2.70	0.98	15.09
15	11.49	L	69.95	-0.5	-0.02	0.98	1	2.30	0.98	14.94
9	11.765	L	21.05	-1.2	-0.13	0.87	1	2.30	0.99	14.60
8	11.883	L	11.25	-1.6	-0.32	0.68	1	2.26	1.00	14.49
7	11.91	L	14.25	-2.3	-0.36	0.64	1	2.25	0.99	14.51
6	11.92	L	21.55	-3.8	-0.40	0.60	1	2.24	0.99	14.55
5	11.929	L	44.25	-4.2	-0.21	0.79	1	2.29	0.98	14.76
4	12.03	L	8.25	-5.3	-1.45	-0.45	1	1.61	1.00	13.76
3	12.45	L	15.55	-10.3	-1.49	-0.49	1	1.53	0.99	13.71
2	12.498	L	25.80	-11	-0.96	0.04	1	1.94	0.99	14.30

Меѓутоа, 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 12.

Табела 12 локации на кои се неопходни бариери

Стационажа		страна	должина	висина
Од	до			
11+331	11+471	Лева	140	4.5
11+471	11+529	Лева	58	2
11+701	11+885	Десна	184	3
11+723	11+912	Лева	189	2
12+020	12+051	Лева	31	2
12+343	12+528	Лева	185	2

И покрај поставувањето бариери, неколку објекти ќе бидат изложени на поголема бучава поради својата висина и конфигурацијата на теренот. На делот меѓу стационите 11+331 и 11+371 ќе биде потребна посебна изведба на бариерата во вид на лак кон внатрешноста на патот за да се намали растојанието од рецепторот 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 пејсажот 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

Повеќе видови звучни бариери ги исполнуваат условите наведени погоре. Меѓу нив се и следниве:

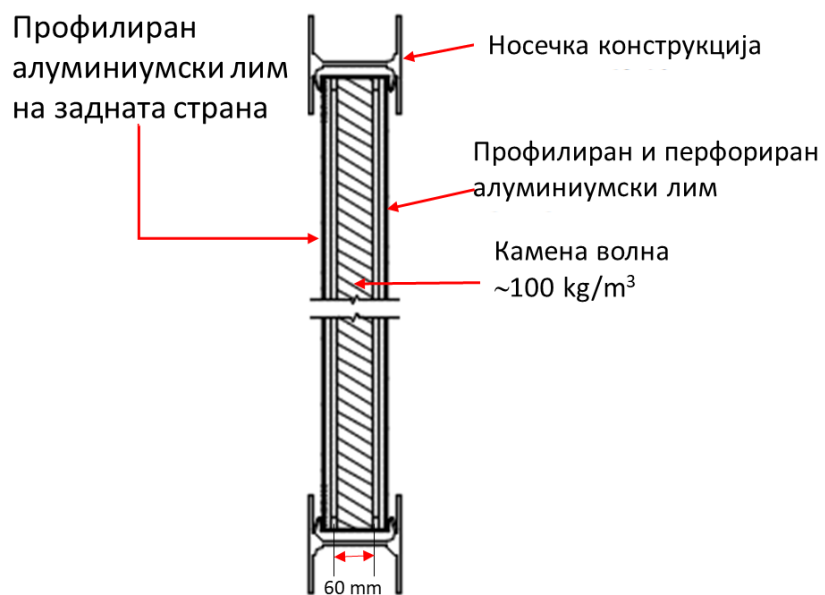
- Панели со камена волна (дебелина од 60 mm и густина од околу 100 kg/m³), со профилиран и перфориран алуминиумски лим од страната на изворот на бучава и со профилиран алуминиумски лим од страната на рецепторите)
- Панели со армиран бетон од страната на рецепторите (дебелина ≥120 mm) и апсорбирачки слој од со гумени гранули (најмалку 60 mm континуирана дебелина и 90 mm брановидна форма)
- Полиакрилни панели со дебелина ≥25 mm
- Поликарбонатни панели со дебелина ≥12 mm

Најдобар скор во однос на масата, механичките својства и безбедноста имаат панелите со камена волна и алуминиумски лим. Транспарентните звучни бариери се осетливи на вандализам, оган и ултравиолетно зрачење. Поради статичкиот електрицитет транспарентните бариери привлекуваат прашина, па со време ја губат транспарентноста доколку редовно не се одржуваат. Меѓутоа, ако прегледноста е неопходна или треба да се истакне (особено на мостови и убави предели), тие можат да бидат добар избор.

Во координација со Проектантот за фаза Конструкции на „Основен проект за звучни бариери на автопат А2, Гостивар - Кичево, делница с. Букојчани – Кичево“ направен е избор на материјал за изведба на бариерите по целата траса.

Звучната бариера треба да биде со карактеристики кои ќе ги исполнат барањата за спречување на ширење на бучава, да биде изработена од алуминиумски панели и исполна од камена волна од 100кг/м³ или материјали кои се еквивалентни на посочените со специфики кои ги задоволуваат критериумите за спречување на бучава.

Во продолжение е приложен карактеристичен пресек на еден тип на звучна бариера, носечката конструкција е третирана и специфицирана во погоренаведениот Основен проект за конструкција.

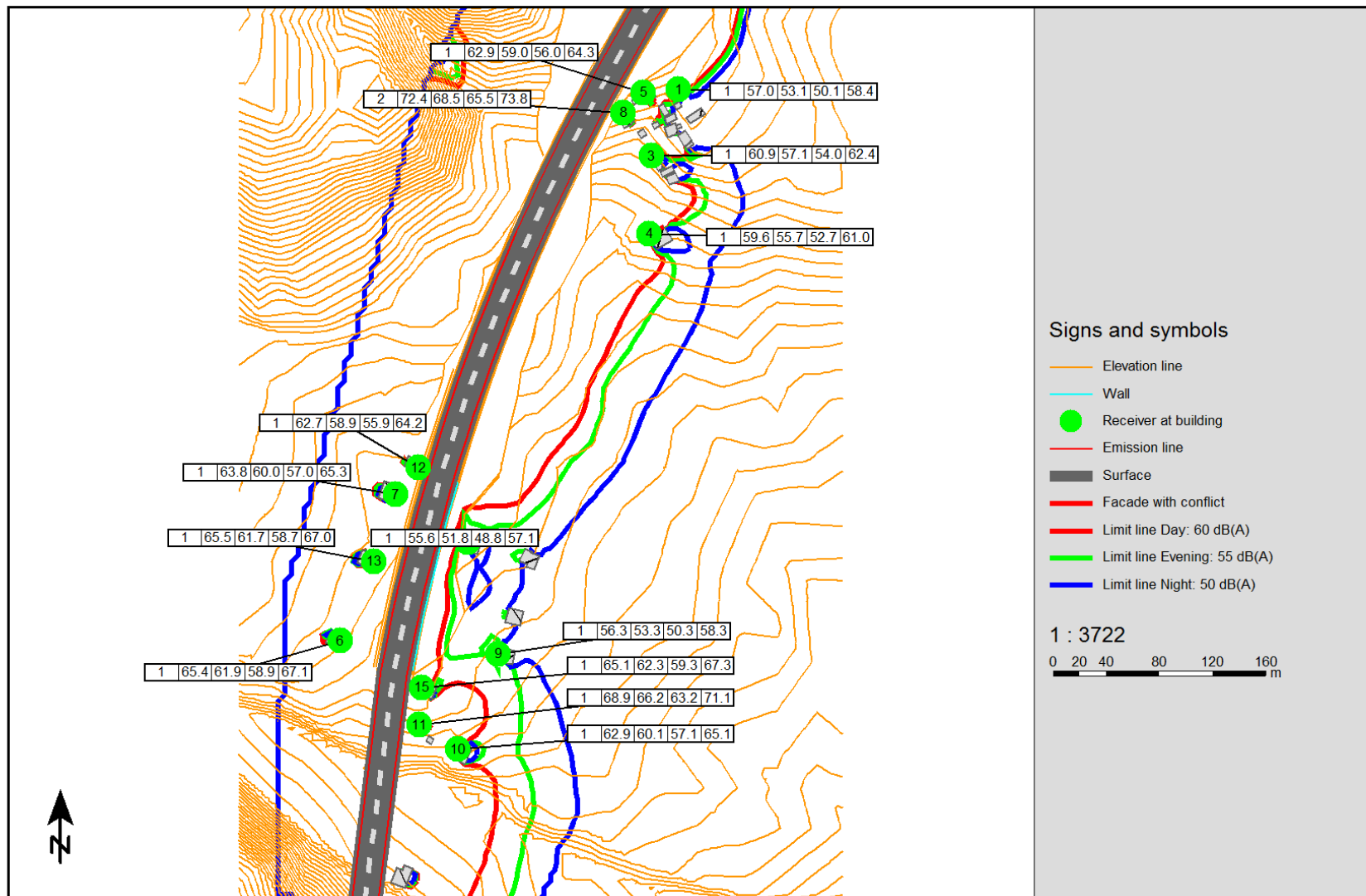


ПРИЛОГ 1

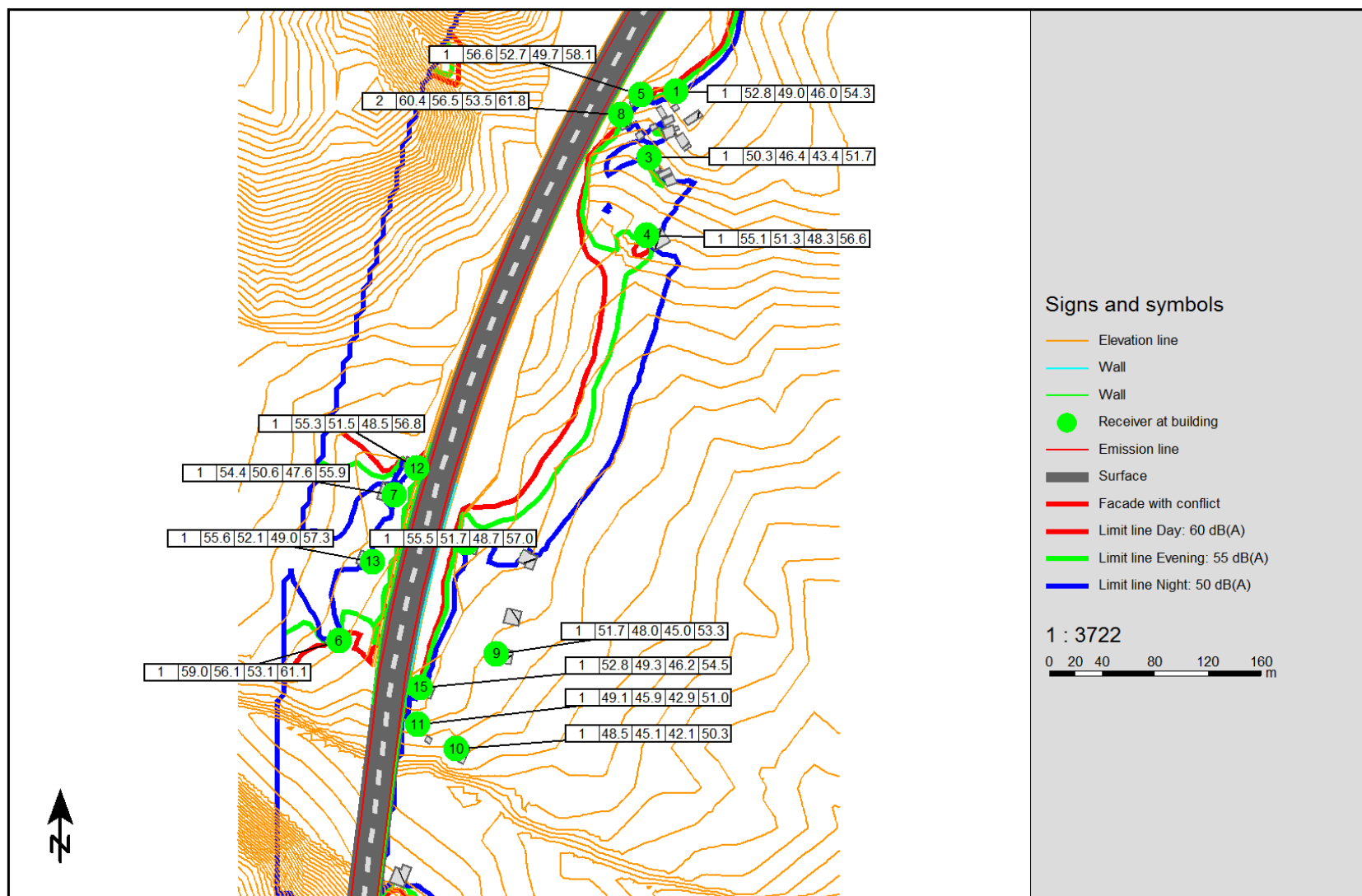
**Графички приказ на нивоата на бучава кај осетливите рецептори
долж делницата Букојчани – Кичево од автопатот А2 за ПГДС за
2040 година**

Табела 13 Резултати од пресметките (Sound Plan Essential) на бучавата кај осетливите рецептори меѓу стационите 11+243 и 12+051

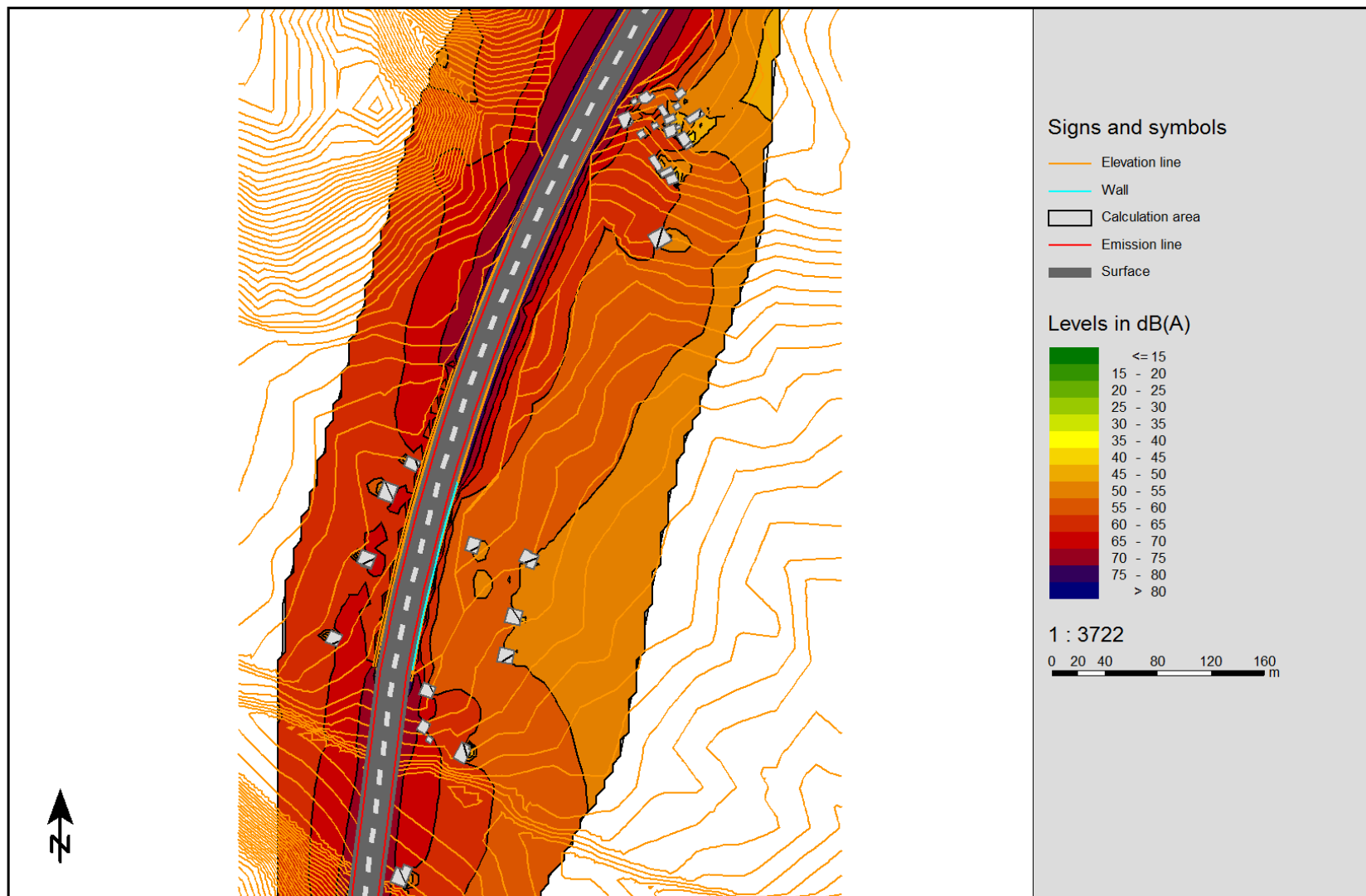
No.	Coordinates		Floor	Limit			Level w/o NP			Level w. NP			Difference			Conflict		
	X	Y		Day	Evening	Night	Day	Evening	Night	Day	Evening	Night	Day	Evening	Night	Day	Evening	Night
	in meter			dB(A)			dB(A)			dB(A)			dB(A)			dB(A)		
1	7495770.8	4598863.9	GF	60	55	50	57	53.1	50.1	52.8	49	46	-4.2	-4.1	-4.1	-	-	-
2	7495729.4	4598846.5	GF	60	55	50	65.2	61.3	58.3	54.8	50.9	47.9	-10.4	-10.4	-10.4	-	-	-
3	7495750.6	4598814.2	GF	60	55	50	60.9	57.1	54	50.3	46.4	43.4	-10.6	-10.7	-10.6	-	-	-
4	7495748.9	4598755.6	GF	60	55	50	59.6	55.7	52.7	55.1	51.3	48.3	-4.5	-4.4	-4.4	-	-	-
5	7495744.4	4598861.5	GF	60	55	50	62.9	59	56	56.6	52.7	49.7	-6.3	-6.3	-6.3	-	-	-
6	7495516.5	4598450.3	GF	60	55	50	65.4	61.9	58.9	59	56.1	53.1	-6.4	-5.8	-5.8	-	1.1	3.1
7	7495558.2	4598560.0	GF	60	55	50	63.8	60	57	54.4	50.6	47.6	-9.4	-9.4	-9.4	-	-	-
8	7495729.4	4598846.5	1.FI	60	55	50	72.4	68.5	65.5	60.4	56.5	53.5	-12	-12	-12	0.4	1.5	3.5
9	7495635.6	4598440.4	GF	60	55	50	56.3	53.3	50.3	51.7	48	45	-4.6	-5.3	-5.3	-	-	-
10	7495605.1	4598368.8	GF	60	55	50	62.9	60.1	57.1	48.5	45.1	42.1	-14.4	-15	-15	-	-	-
11	7495576.1	4598387.3	GF	60	55	50	68.9	66.2	63.2	49.1	45.9	42.9	-19.8	-20.3	-20.3	-	-	-
12	7495575.2	4598580.1	GF	60	55	50	62.7	58.9	55.9	55.3	51.5	48.5	-7.4	-7.4	-7.4	-	-	-
13	7495542.2	4598510.0	GF	60	55	50	65.5	61.7	58.7	55.6	52.1	49	-9.9	-9.6	-9.7	-	-	-
14	7495612.5	4598524.3	GF	60	55	50	55.6	51.8	48.8	55.5	51.7	48.7	-0.1	-0.1	-0.1	-	-	-
15	7495578.1	4598415.4	GF	60	55	50	65.1	62.3	59.3	52.8	49.3	46.2	-12.3	-13	-13.1	-	-	-



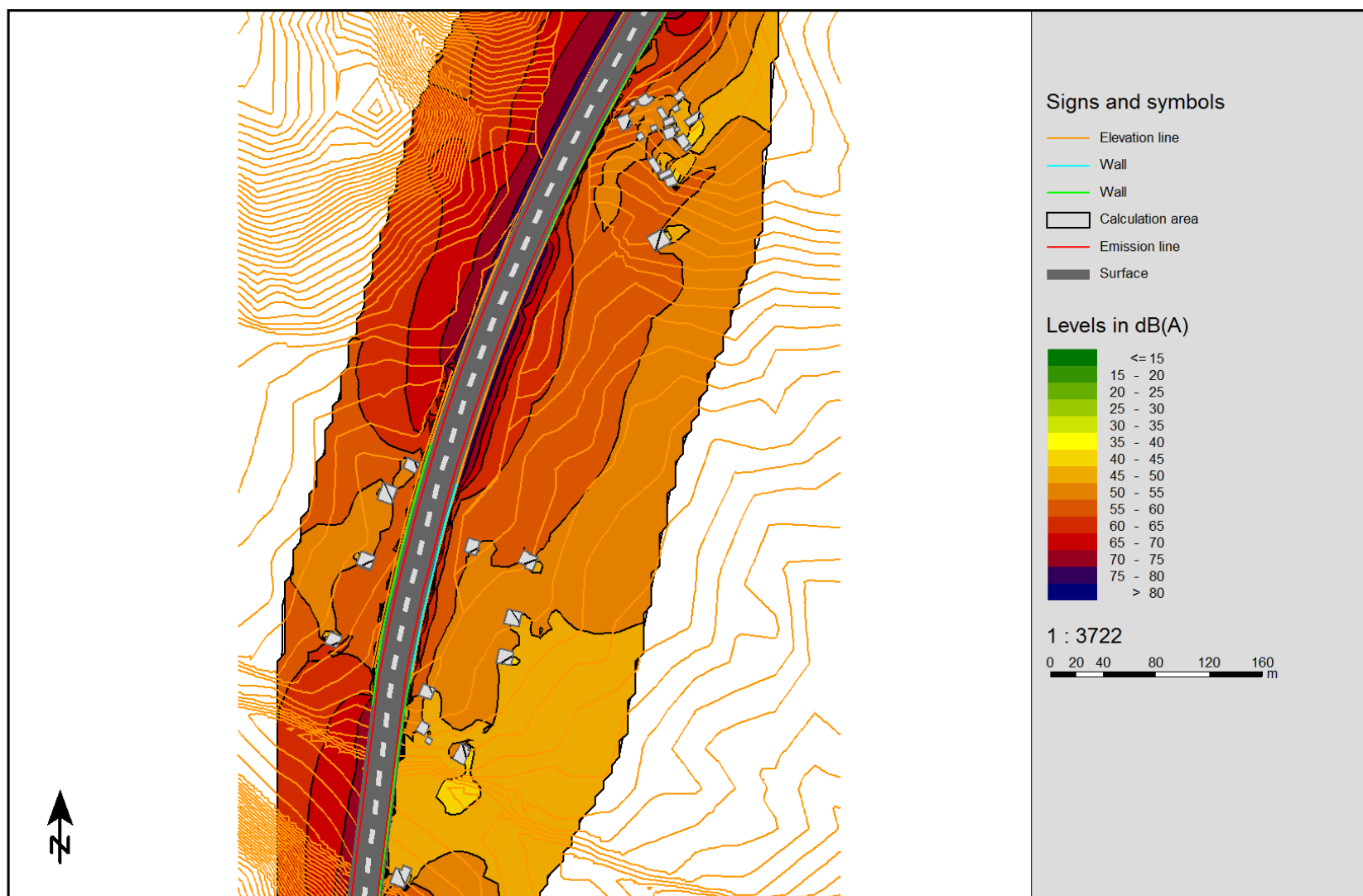
Слика 4 Бучава на поединечни точки долж трасата меѓу стационите 11+243 и 12+051 без заштитни бариери



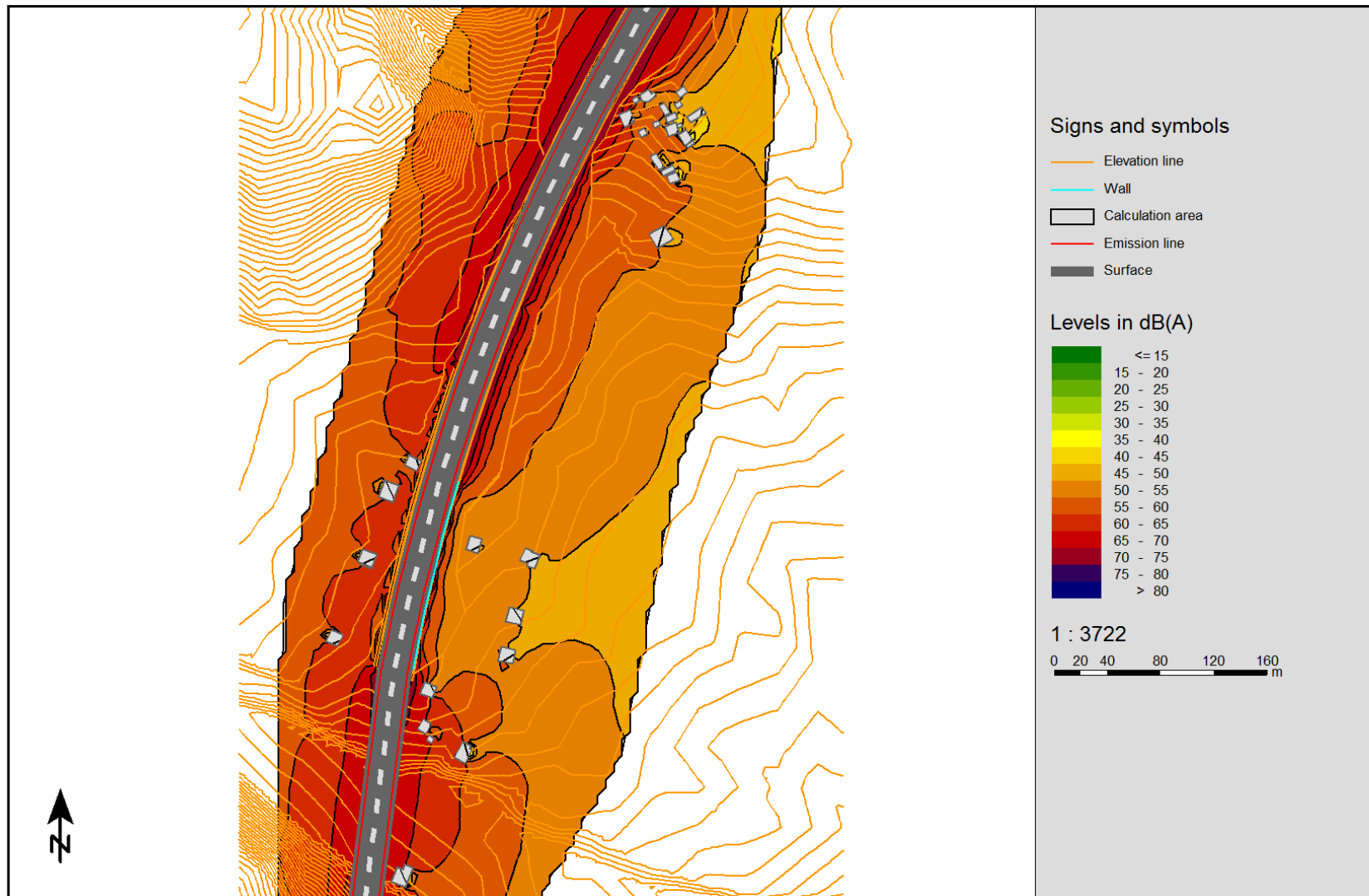
Слика 5 Бучава на поединечни точки долж трасата меѓу стациоите 11+243 и 12+051 со заштитни бариери



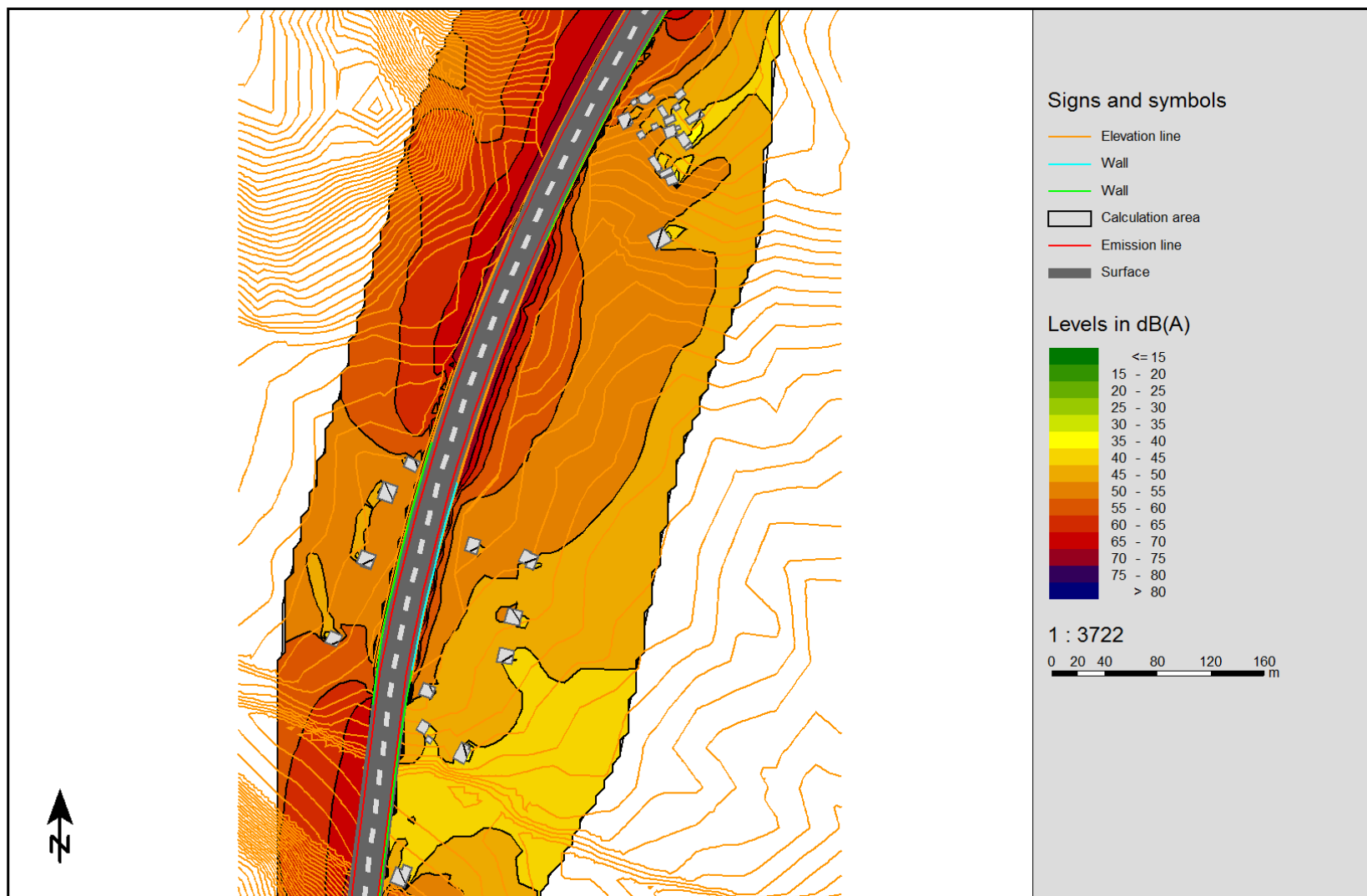
Слика 6 Мапа на бучавата (Ld) меѓу стациоите 11+243 и 12+051 без заштитни бариери



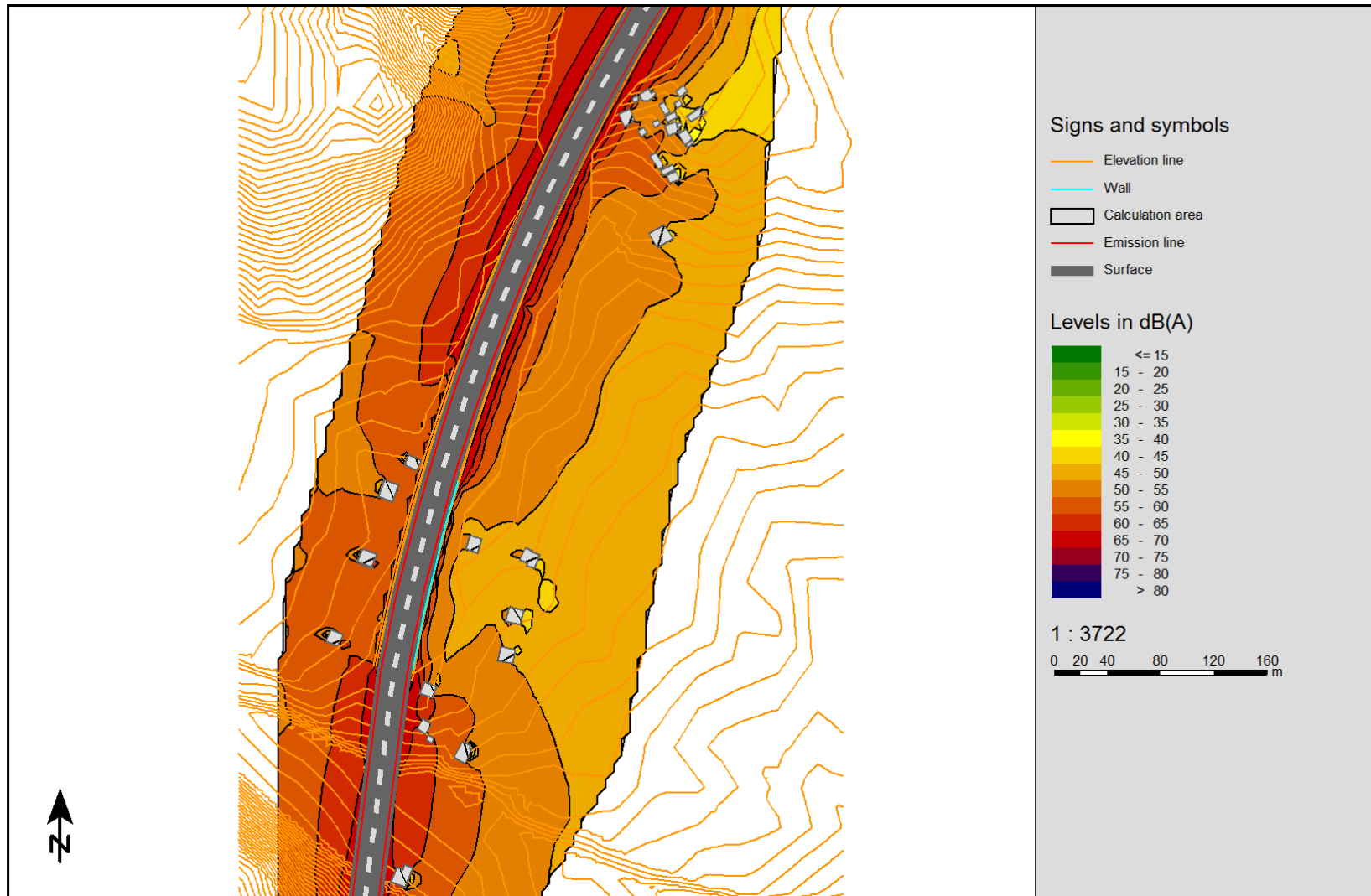
Слика 7 Мапа на бучавата (L_d) меѓу стациоаните 11+243 и 12+051 со заштитни бариери



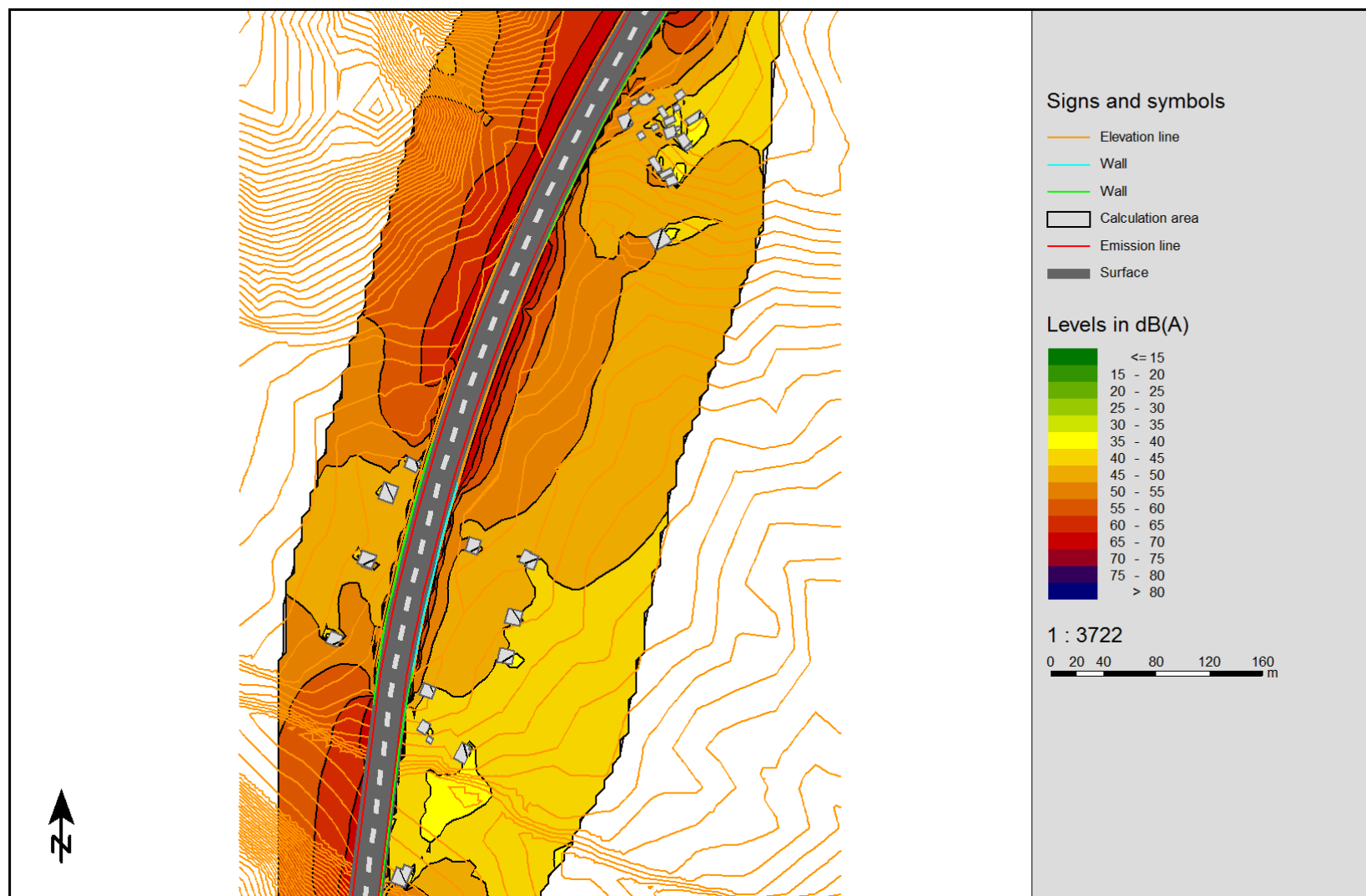
Слика 8 Мапа на бучавата (Le) меѓу стациоите 11+243 и 12+051 без заштитни бариери



Слика 9 Мапа на бучавата (Le) меѓу стациононите 11+243 и 12+051 со заштитни бариери



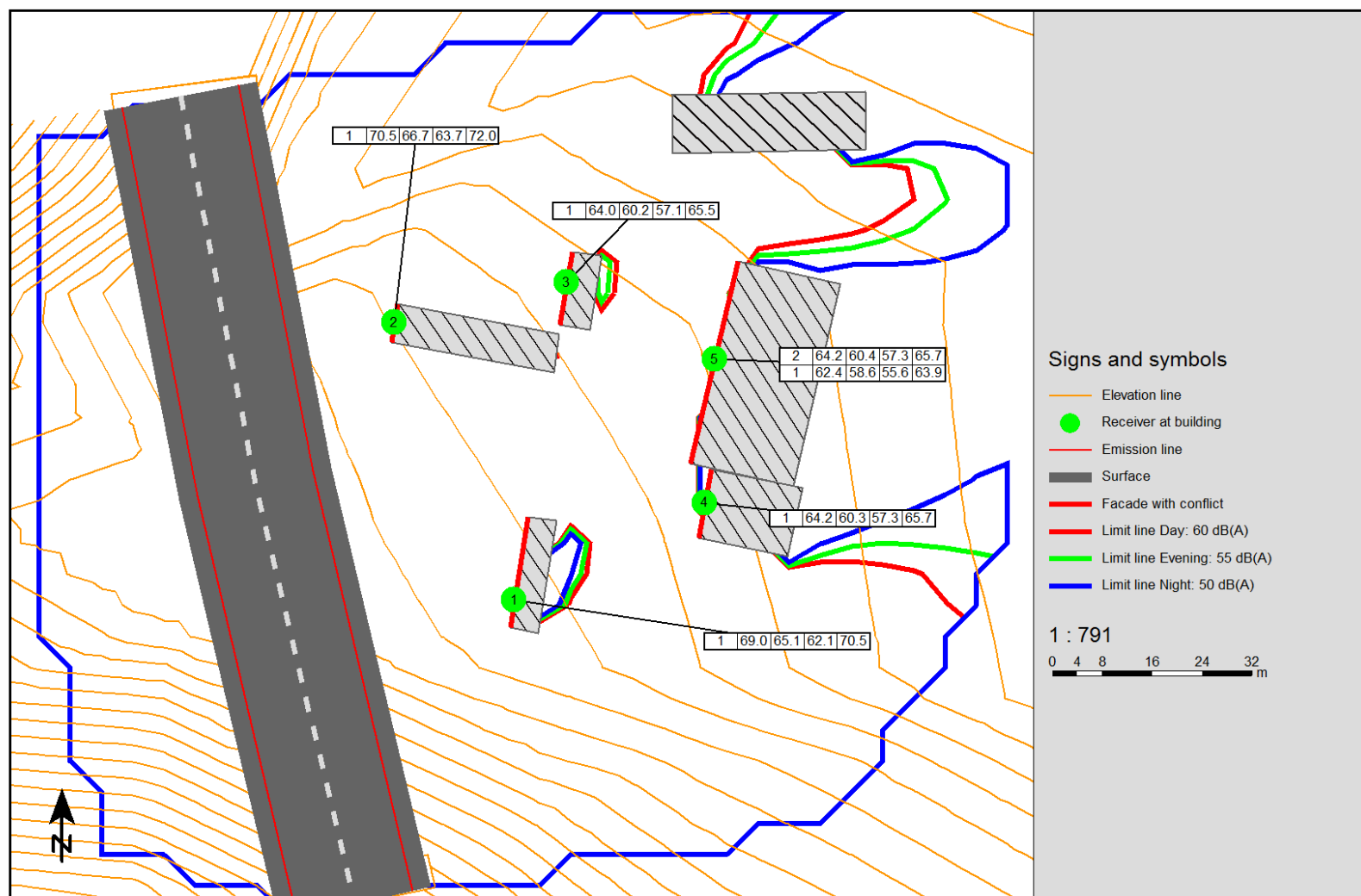
Слика 10 Мапа на бучавата (Ln) меѓу стациоажите 11+243 и 12+051 без заштитни бариери



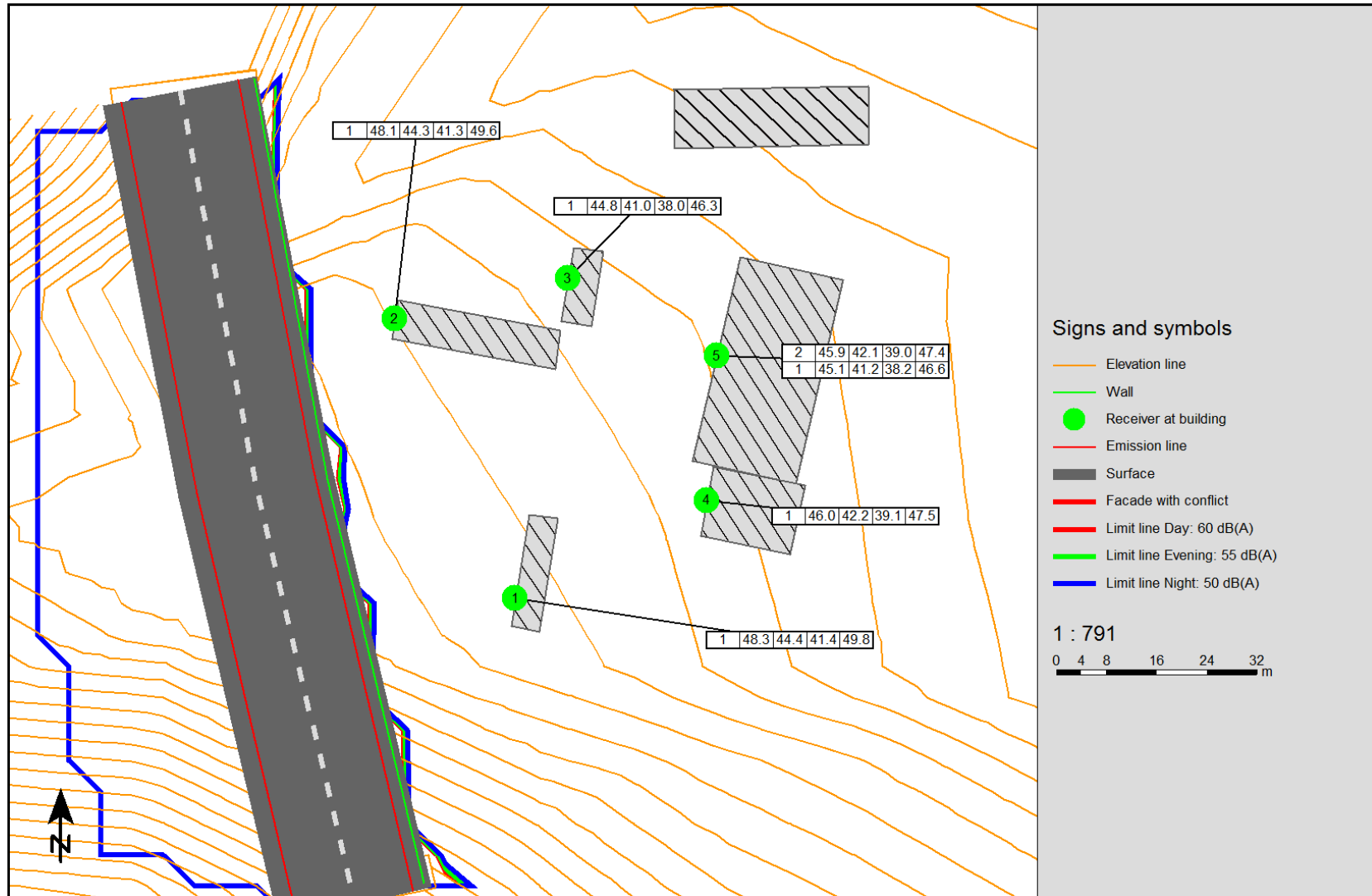
Слика 11 Мапа на бучавата (Ln) меѓу стациоите 11+243 и 12+051 со заштитни бариери

Табела 14 Резултати од пресметките (Sound Plan Essential) на бучавата кај осетливите рецептори меѓу стациоите 12+412 и 12+542

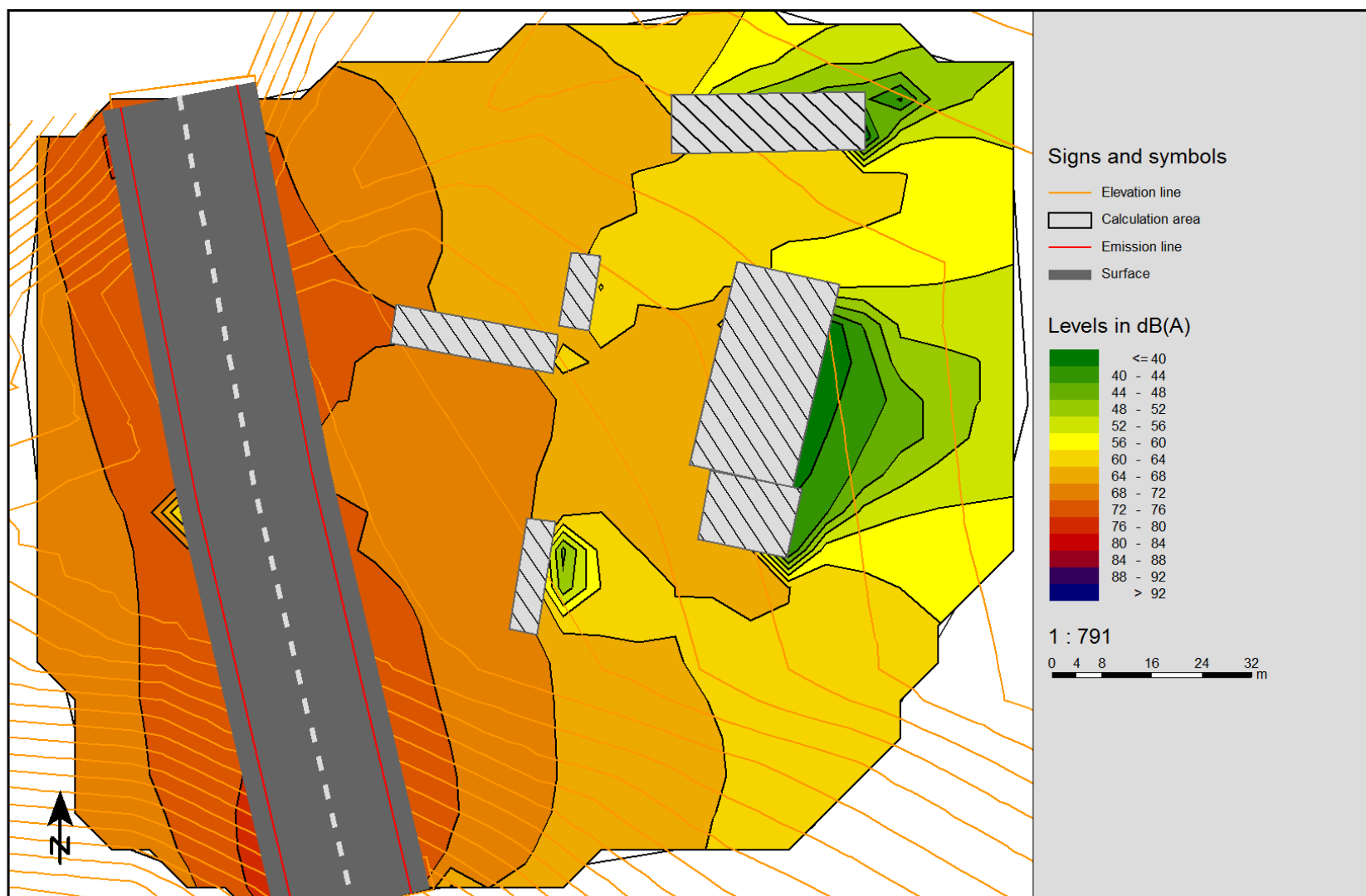
No.	Receiver	Building	Floor	Limit			Level w/o NP			Level w. NP			Difference			Conflict			
				Day	Evening	Night	Day	Evening	Night	Day	Evening	Night	Day	Evening	Night	Day	Evening	Night	Lden
		side		dB(A)			dB(A)			dB(A)			dB(A)			dB(A)			
1	1	West	GF	60	55	50	68.5	64.7	61.7	47.1	43.3	40.2	-21.4	-21.4	-21.4	-	-	-	-
2	2	West	GF	60	55	50	70	66.1	63.1	46.6	42.8	39.7	-23.4	-23.4	-23.4	-	-	-	-
3	3	West	GF	60	55	50	63.5	59.7	56.7	44.6	40.7	37.7	-18.9	-18.9	-18.9	-	-	-	-
4	4	West	GF	60	55	50	63.8	60	57	46.1	42.2	39.2	-17.7	-17.7	-17.7	-	-	-	-
5	5	West	GF	60	55	50	62.2	58.3	55.3	45.5	41.6	38.6	-16.7	-16.7	-16.7	-	-	-	-
5	5	West	1.FI	60	55	50	64.1	60.2	57.2	46.4	42.5	39.5	-17.7	-17.7	-17.7	-	-	-	-



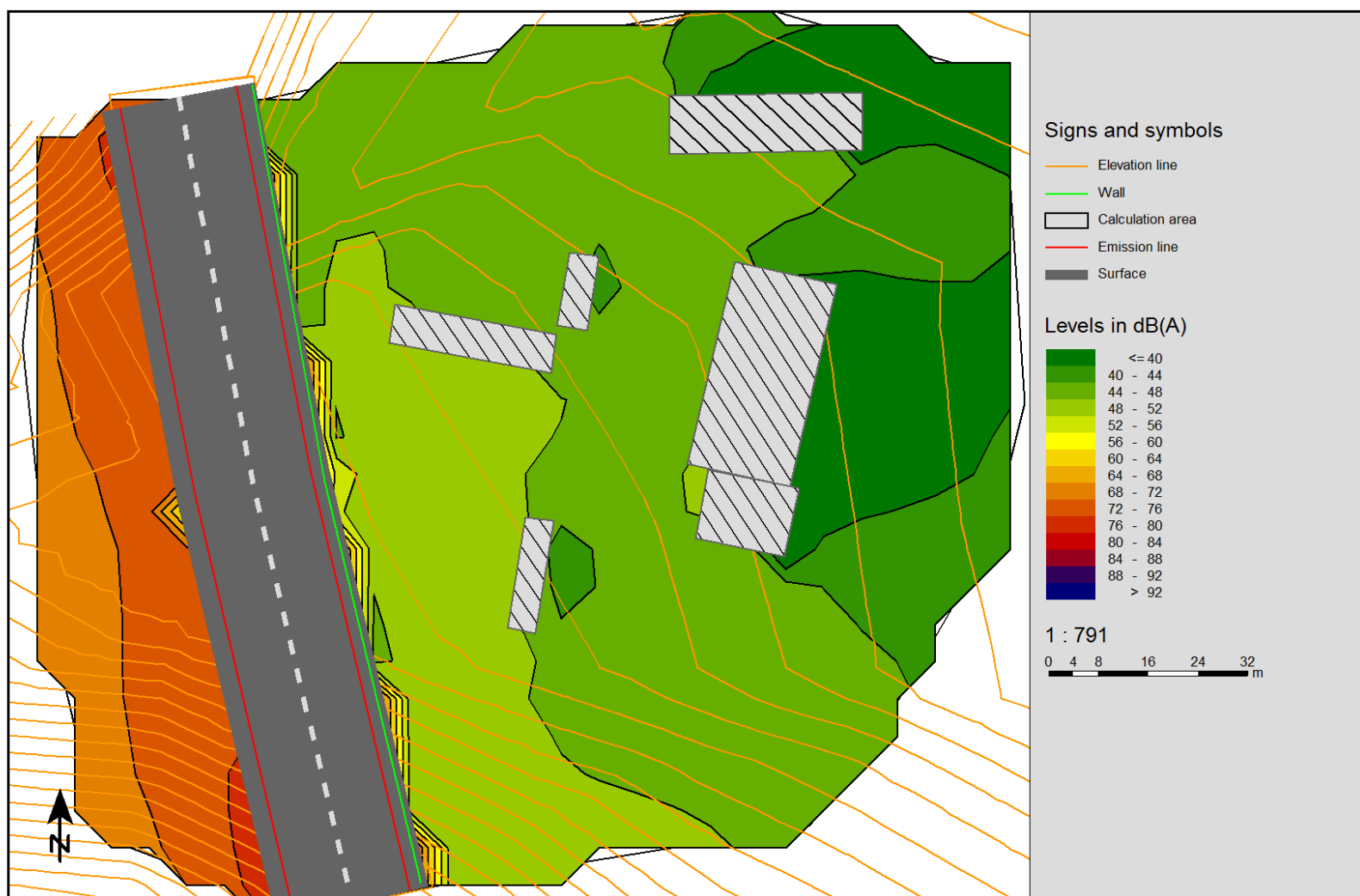
Слика 12 Резултати од пресметките (Sound Plan Essential) на бучавата кај осетливите рецептори меѓу стациоаните 12+412 и 12+542 без звучни бариери



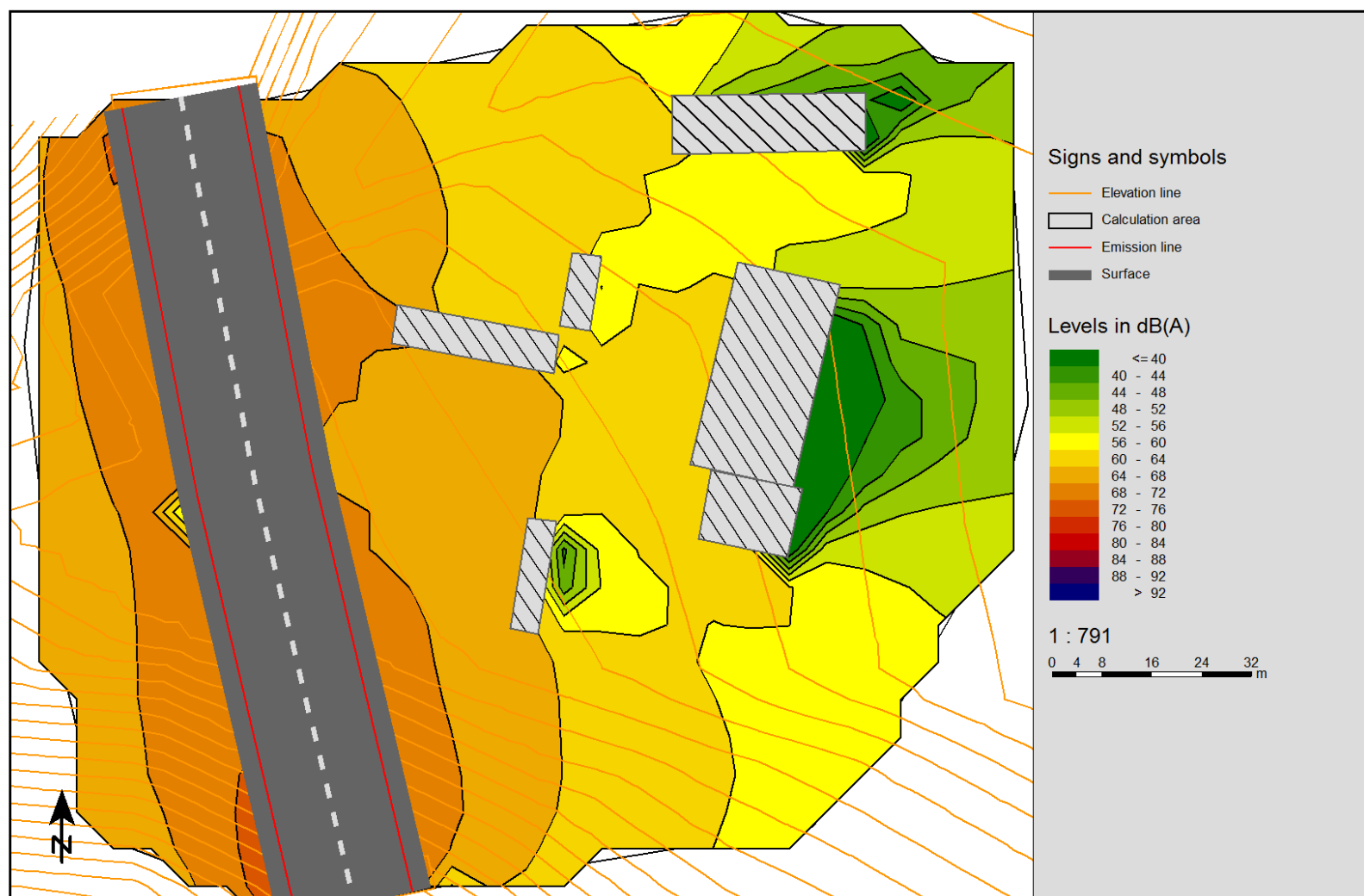
Слика 13 Резултати од пресметките (Sound Plan Essential) на бучавата кај осетливите рецептори меѓу стационите 12+412 и 12+542 со звучни бариери



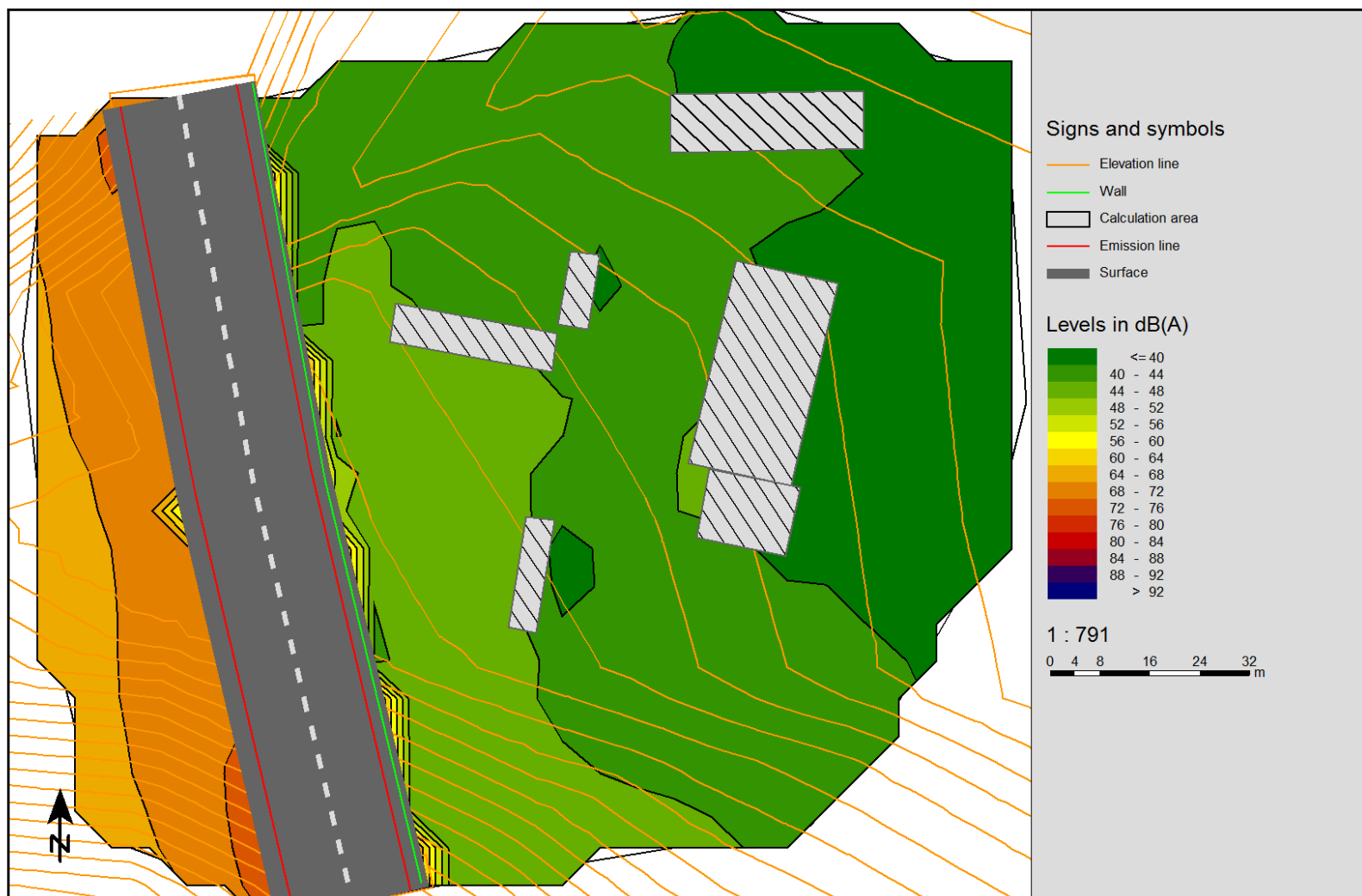
Слика 14 Мапа на бучавата (Ld) меѓу стациоажите 12+412 и 12+542 без заштитни бариери



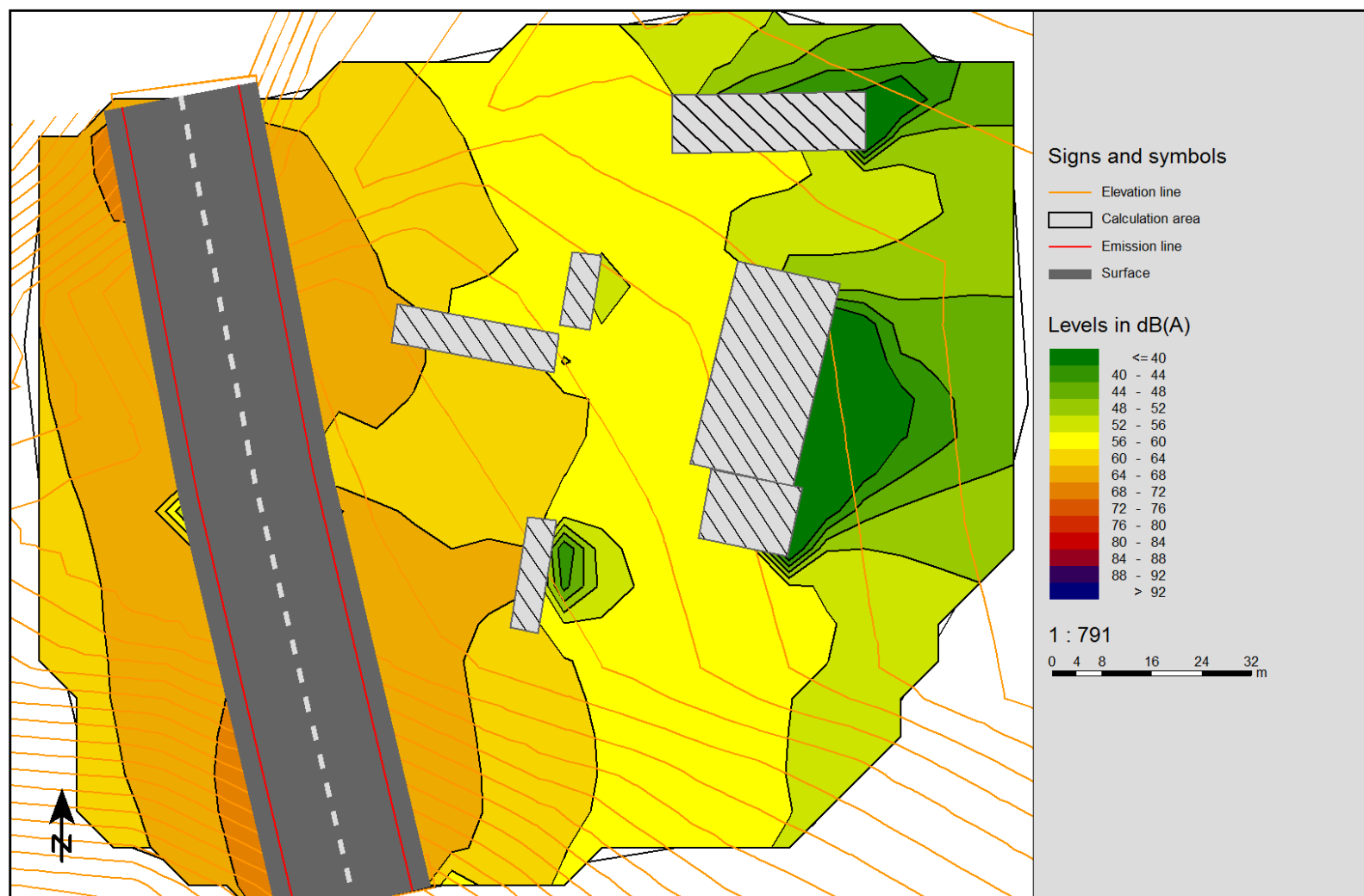
Слика 15 Мапа на бучавата (L_d) меѓу стациоите 11+243 и 12+051 со заштитни бариери



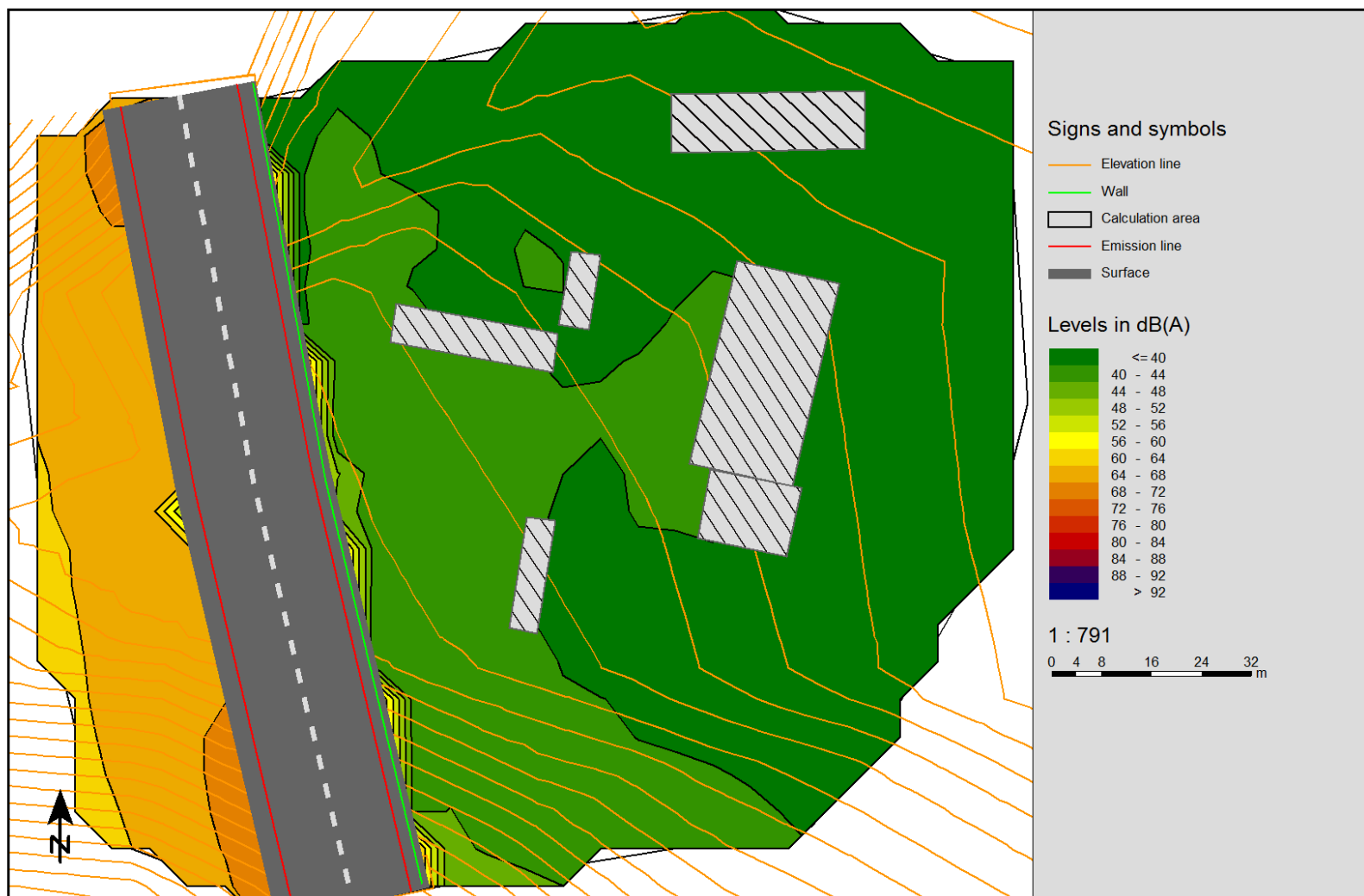
Слика 16 Мапа на бучавата (Lw) меѓу стациоанжите 11+243 и 12+051 без заштитни бариери



Слика 17 Мапа на бучавата (Lv) меѓу стациоите 11+243 и 12+051 со заштитни бариери



Слика 18 Мапа на бучавата (L_n) меѓу стациоанжите 11+243 и 12+051 без заштитни бариери



Слика 19 Мапа на бучавата (L_n) меѓу стациоите 11+243 и 12+051 со заштитни бариери