AKUSON

Hluková štúdia

Posúdenie vplyvu hluku z navrhovanej činnosti
„KOTOLŇA NA BIOMASU 7,5 MW“

Dokumentácia pre posudzovanie vplyvov na životné prostredie – EIA

Číslo zákazky	22038
Zákazník	EKOS PLUS s.r.o. – Župné námestie 7, 811 03 Bratislava
Posudzované miesto	Areál spoločnosti PRP, s.r.o. – Tomášovce č. 395, 985 56 Tomášovce
Vypracoval	Ing. Mgr. Radovan Rimský
Dátum	07.06.2023
Počet strán	53
Prílohy	2

Matematické modelovanie šírenia hluku
AKUSON s. r. o. | Radvanská 10, 811 01 Bratislava
+421 940 400 080 akuson@akuson.sk

Obsah

Zoznam príloh 2
1 | Úvod 3
2 | Identifikačné údaje stavby 3
3 | Podklady k vypracovaniu hlukovej štúdie 3
4 | Všeobecný popis 4
4.1 | Základná charakteristika posudzovaného územia 4
4.2 | Popis zdrojov hluku a ich lokalizácia – Variant 0 (súčasný stav) 6
4.2.1 | Ukážka jednotlivých zdrojov hluku 7
4.3 | Popis zdrojov hluku a ich lokalizácia – Variant I (navrhovaný stav) 9
5 | Hygienické požiadavky na hluk vo vonkajšom prostredí 12
6 | Vstupné merania hluku 13
7 | Matematické modelovanie šírenia hluku 13
7.1 | Použitý softvér 13
7.2 | Metóda hodnotenia hluku vo vonkajšom prostredí 13
7.3 | Vplyv povrchu zeme 14
7.4 | Dodatočný útlm – priemyselné plochy 14
7.5 | Prestup zvuku cez fasádu a strechu 14
7.6 | Údaje o akustických výkonoch vonkajších zdrojov hluku 16
7.7 | Čas pôsobenia zdrojov hluku 17
7.8 | Variant 0 – súčasný stav 20
7.9 | Verifikácia výpočtového modelu 25
8 | Hlukové mapy 32
8.1 | Variant 0 – súčasný stav 32
8.2 | Variant I – navrhovaný stav 42
8.3 | Vyhodnotenie výsledkov 50
8.4 | Porovnanie výsledkov 52
9 | Záver 53

Zoznam príloh

PRÍLOHA 1 Osvedčenie o odbornej spôsobilosti na kvalitatívne a kvantitatívne zisťovanie faktorov životného prostredia a pracovného prostredia na účely posudzovania ich možného vplyvu na zdravie – meranie hluku

PRÍLOHA 2 Osvedčenie o absolvovaní školenia – Akustické výpočty priemyselných zdrojov hluku v interiéri a exteriéri

1 | Úvod

Predmetom hlukovej štúdie je posúdenie vplyvu hluku z navrhovanej činnosti (vybudovanie kotolne na biomasu v rámci areálu spoločnosti PRP, s.r.o. Tomášovce) na najbližšie chránené obytné územie, ktoré obsahuje:

+ posúdenie súčasných hlukových pomerov z technologických zariadení na najbližšie obytné územie – ul. Lúčna (súčasný stav – Variant 0),
+ posúdenie hluku z navrhovaných technologických zariadení na najbližšie obytné územie – ul. Lúčna (navrhovaný stav – Variant I).

Hluková štúdia, ktorá hodnotí vplyv hluku z navrhovanej činnosti na najbližšiu obytnú zástavbu, je vypracovaná v zmysle platnej metodiky a požiadavky navrhovateľa.

2 | Identifikačné údaje stavby

Názov stavby: Kotolňa na biomasu 7,5 MW

Umiestnenie navrhovanej stavby: Tomášovce č. 395, kat. Tomášovce, okres Lučenec

Charakter stavby: Novostavba

Dotknuté parcely: C-KN 1033/7 (E-KN 1033/2), 903/117, 903/66

Stavebník: PRP, s.r.o. – Tomášovce č. 395, 985 56 Tomášovce

Generálny projektant: Ing. Peter Kúdeľa, M. Rázusa č. 39 – Prevádzka: M. Rázusa č. 9, 984 01 Lučenec

3 | Podklady k vypracovaniu hlukovej štúdie

+ súhrnná technická správa kotolne na biomasu (júl 2022),
+ sprievodná a súhrnná technická správa kotolne na biomasu pre potreby EIA (júl 2022),
+ výkresová dokumentácia,
+ akustické merania,
+ informácie o posudzovanom území dostupné na stránkach https://zbgis.skgeodesy.sk a Google Maps,
+ Predictor-LimA Typ G Noise Prediction and Noise Mapping Software,
+ zákon NR SR č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov a vyhlášok,
+ vyhláška MZ SR č. 549/2007 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a o požiadavkách na objektivizáciu hluku, infrazvuku a vibrácií v životnom prostredí v znení neskorších predpisov,
+ zákon č. 24/2006 Z. z. Zákon o posudzovaní vplyvov na životné prostredie a o zmene a doplnení niektorých zákonov,
+ STN ISO 1996-1. Akustika. Opis, meranie a posudzovanie hluku vo vonkajšom prostredí. Časť 1: Základné veličiny a postupy posudzovania,

+ STN ISO 1996-2. Akustika. Opis, meranie a posudzovanie hluku vo vonkajšom prostredí. Časť 2: Určovanie hladín hluku,
+ STN ISO 9613-2. Akustika. Útlm pri šírení zvuku vo vonkajšom priestore. Časť 2: Všeobecná metóda výpočtu,
+ GUIDELINES FOR ENVIRONMENTAL NOISE IMPACT ASSESSMENT, VERSION 1.2 (NOVEMBER 2014), IEMA Institute of Environmental Management & Assessment.

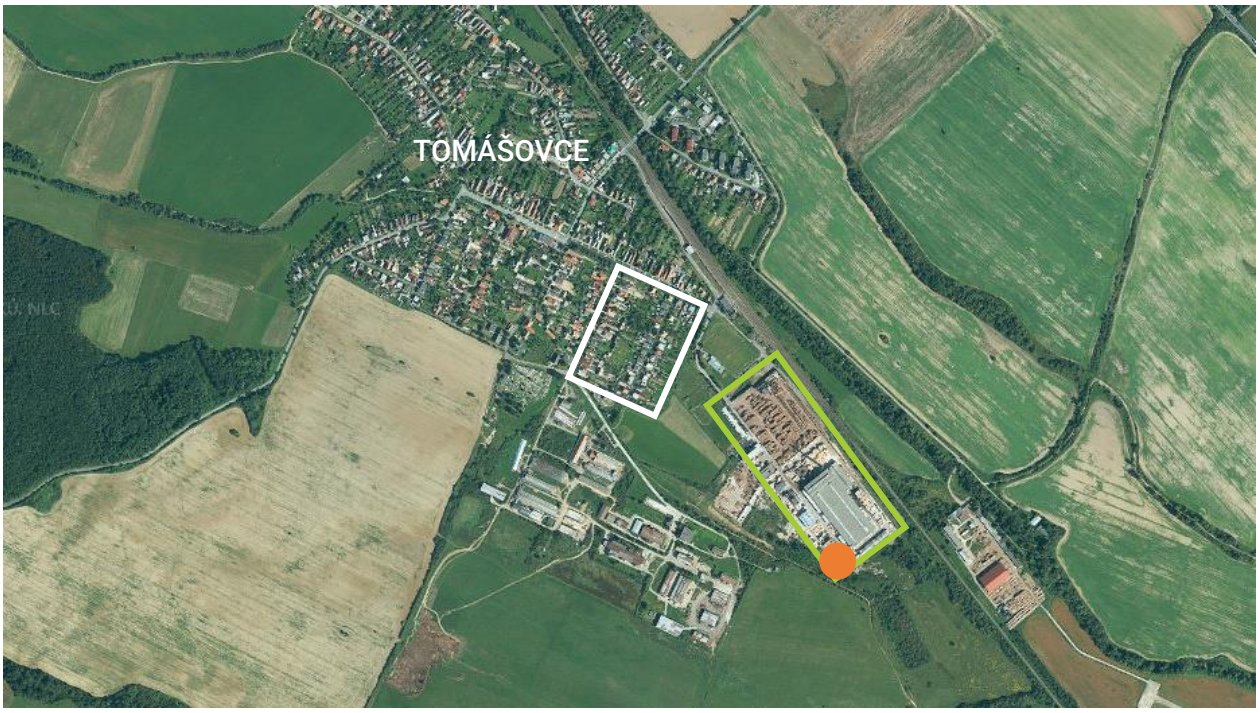
Literatúra z oblasti akustiky:

+ Ervin Lumnitzer, Pavol Liptai: Akustika, Matematické modelovanie šírenia hluku, Technická univerzita v Košiciach, 2013, 132 s. Objektivizácia a hodnotenie faktorov prostredia. ISBN 978-80-553-1574-4.,
+ Tomašovič Peter, Dlhý Dušan, Buday Peter: Akustika budov I : Stavebná a urbanistická akustika 1. vyd. Bratislava : Slovenská technická univerzita, 2015, 344 s. ISBN 978-80-227-4383- 9,
+ Monika Rychtáriková, Vojtech Chmelík, Daniel Urban: AKUSTIKA stavebná a priestorová, vyd. EUROSTAV, 2019, 240 s. ISBN 978-80-89228-62-1.
+ István L. Vér, Leo L. Beranek: NOISE AND VIBRATION CONTROL ENGINEERING, 2006, 943 s. ISBN 13978-0-471-44942-3.

4 | Všeobecný popis

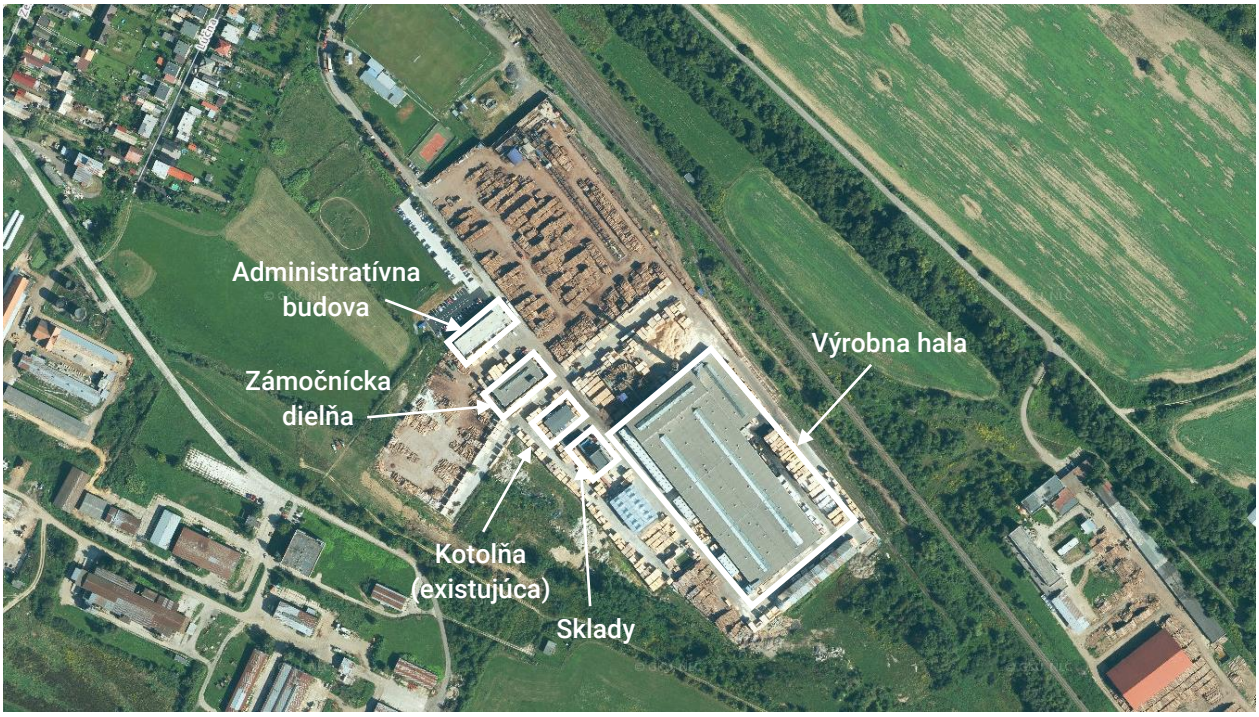
4.1 | Základná charakteristika posudzovaného územia

Posudzované územie navrhovanej činnosti predstavuje areál spoločnosti PRP, s.r.o. Tomášovce, ktorý sa nachádza na juhovýchodnom okraji obce Tomášovce, mimo zastavané územie obce. Areál prevádzky PRP, s.r.o. Tomášovce (ďalej len „areál PRP“) je situovaný približne **160 m** juhovýchodne **od najbližšej obytnej zástavby** obce Tomášovce. Dotknutá lokalita navrhovaná pre umiestnenie kotolne je vo vzdialenosti cca 570 m od obytnej zástavby obce Tomášovce.



OBR. 1 Situácia širších vzťahov – zeleným obdĺžnikom je vyznačená dispozícia areálu PRP, bielou farbou je zobrazené najbližšie obytné územie, oranžovou bodkou je zobrazené umiestnenie navrhovanej činnosti – kotolne *(zdroj: ZBGIS)*

Spoločnosť PRP, s.r.o. je popredným spracovateľom ihličnatého dreva na Slovensku. Jej hlavnou náplňou je **piliarska činnosť ihličnatého dreva**, ktorá sa vykonáva vo **výrobnej hale** spoločnosti. Drevo sa triedi a skladuje vo vonkajších, na to určených priestoroch. Súčasťou spracovania dreva môže byť aj vysušenie reziva, ktoré prebieha v 9 oddelených, samostatne stojacich objektoch (**sušiarenských komorách**) nachádzajúcich sa tesne pri výrobnej hale na juhozápadnej strane. Okrem spomínaných objektov sa v areáli PRP nachádza taktiež administratívna budova, **zámočnícka dielňa**, **sklady** a **existujúca kotolňa**.



OBR. 2 Areál PRP Tomášovce – identifikácia budov *(zdroj: ZBGIS)*





FOT. 1 a 2 Pohľad na areál PRP Tomášovce z juhozápadnej a severnej strany *(zdroj PRP s.r.o)*



FOT. 3 Pohľad na najbližšiu obytnú zástavbu na ul. Lúčna v Tomášovciach

4.2 | Popis zdrojov hluku a ich lokalizácia – Variant 0 (súčasný stav)

V súčasnosti patria medzi hlavné zdroje hluku v areáli PRP zdroje nachádzajúce sa vo vonkajšom a vo vnútornom prostredí, v rôznych úrovniach nad terénom a na rôznych povrchoch. Jedná sa hlavne **o stacionárne zdroje** (technologické zaradenia) – **triedička guľatiny, technologické linky, kotolňa, sušiarne a píly** a taktiež líniové zdroje ako sú **dopravníkové pásy, pohyb LKW a VZT nakladačov po areáli.**

V nasledujúcej tabuľke uvádzame popis vonkajších a vnútorných zdrojov hluku, ktoré sa nachádzajú v areáli PRP Tomášovce vo **Variante 0.**

TAB. 1 Posudzované vnútorné a vonkajšie zdroje hluku – súčasný stav (Variant 0)

Umiestnenie	Označenie	Zdroj
Areál	Triedička guľatiny a otvorené sklady	Vkladanie a vykladanie guľatín na dopravníkový pás, triedenie a manipulácia s guľatinami
Areál pred vstupom do haly	Linka na odkôrňovanie, odkôrovač	Nakladanie na dopravníkový pás linky odkôrňovania
Areál	Sušiareň	Sušiareň
Areál	Uhlová píla	Píly na rezanie a proces rezania guľatín
Vnútorné prostredie haly – samostatný objekt	Výrobná hala	Technologické linky na spracovanie dreva (Hlavná píla – Linck, Optidrive, AS1, AS2, AS3, Brusiareň, Druhovýroba)
Vnútorné prostredie – samostatný objekt	Kotolňa	Kotle a čerpadlá

** Pri zariadeniach boli vykonané vstupné in situ merania hluku, na základe ktorých bol nakalibrovaný výpočtový model pre súčasný stav.*

V areáli PRP sa nachádzajú taktiež **mobilné zdroje** (pohyblivé) ako sú **nákladné automobily** (LKW) a **nakladače VZV**.

V tabuľke č. 2 uvádzame popis mobilných zdrojov hluku, ktoré sa v súčasnom stave nachádzajú v areáli PRP. Informácie o zdrojoch hluku nám **poskytol navrhovateľ** a taktiež boli odhadnuté na základe vstupných meraní hluku.

TAB. 2 Posudzované mobilné zdroje hluku – súčasný stav (Variant 0)

Zdroj	Počet prejazdov/deň	Počet prejazdov/večer	Počet prejazdov/noc
LKW + VZV nakladače – triedička guľatiny	250	150	-
LKW + VZV nakladače – sušiarne, expedícia, UP	150	150	150

4.2.1 | Ukážka jednotlivých zdrojov hluku



FOT. 4 Triedička guľatiny



FOT. 5 Vstupná linka do výrobnej haly – nakladač



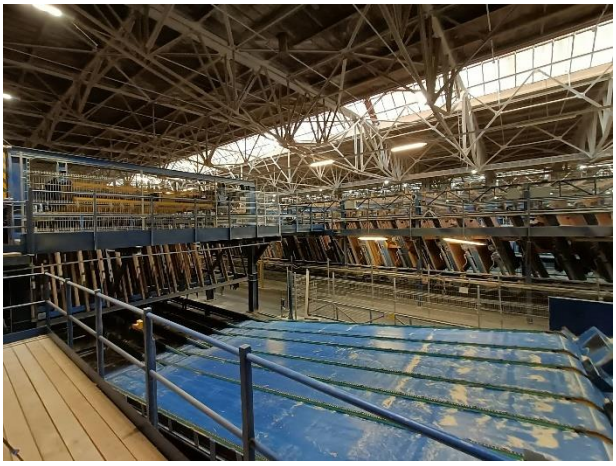
FOT. 6 Sušiareň



FOT. 7 Sušiareň



FOT. 8 Uhlová píla



FOT. 9 Linka vo vnútornom prostredí výrobnej haly



FOT. 10 Odkôrovač



FOT. 11 Kotolňa

4.3 | Popis zdrojov hluku a ich lokalizácia – Variant I (navrhovaný stav)

Účelom navrhovanej činnosti v areáli spoločnosti PRP Tomášovce je vybudovanie **kotolne na biomasu**, ktorá bude slúžiť výhradne na prípravu kúrenárskej vody pre potreby sušenia reziva v sušiarňach.

Kotolňa je navrhnutá ako kubická stavba **25,3 x 22,5 x 6,0 m**, ku ktorej je pričlenené **silo na biomasu** rozmerov **12,5 x 7,4 x 3,5 m**. Dispozične bude stavba pozostávať z týchto dvoch prepojených priestorov: kotolňa + silo.

Objekt kotolne bude situovaný v rámci existujúceho areálu PRP, na jeho okraji v južnej časti areálu. Ako zdroj tepla v kotolni sú navrhnuté **3 ks teplovodných plnoautomatických kotlov GREENTECH CS 2500** o menovitom výkone 2500 kW/kotol pre spaľovanie biomasy.

Celkovo bude kotolňa riešená ako hala – oceľový skelet s obvodovými sendvičovými panelmi, železobetónovou podlahou a vstupnými automatickými vrátami (5 x 5 m). Okná a dvere budú z hliníkových profilov zasklené trojizolačným trojsklom. Vonkajšie spevnené plochy budú betónové.

V kotolni budú taktiež osadené **4 ks vetracích otvorov pre prívod vzduchu** (s protidažďovou žalúziou a sieťkou proti hmyzu) o rozmeroch 750 x 750 mm, osadené nad podlahou kotolne a **4 ks vetracích otvorov pre odvod vzduchu** (s protidažďovou žalúziou a sieťkou proti hmyzu) o rozmeroch 750 x 750 mm, osadené pod stropom kotolne.

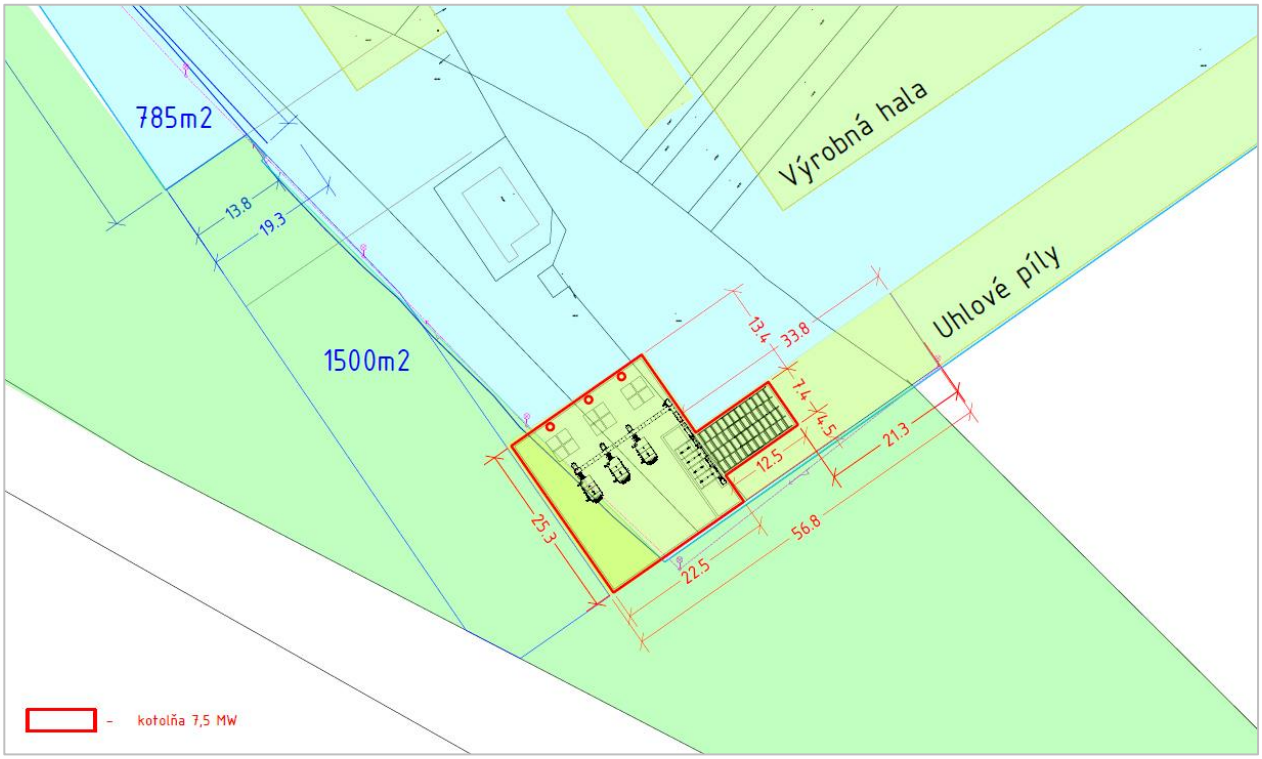
Vzduchotechnika v kotolni nebude riešená, nakoľko sa počíta s **prirodzeným vetraním** okennými otvormi, resp. neuzatvárateľnými otvormi pre vetranie kotolne.

V nasledujúcej tabuľke uvádzame popis navrhovaných vnútorných a vonkajších zdrojov hluku vo Variante I.

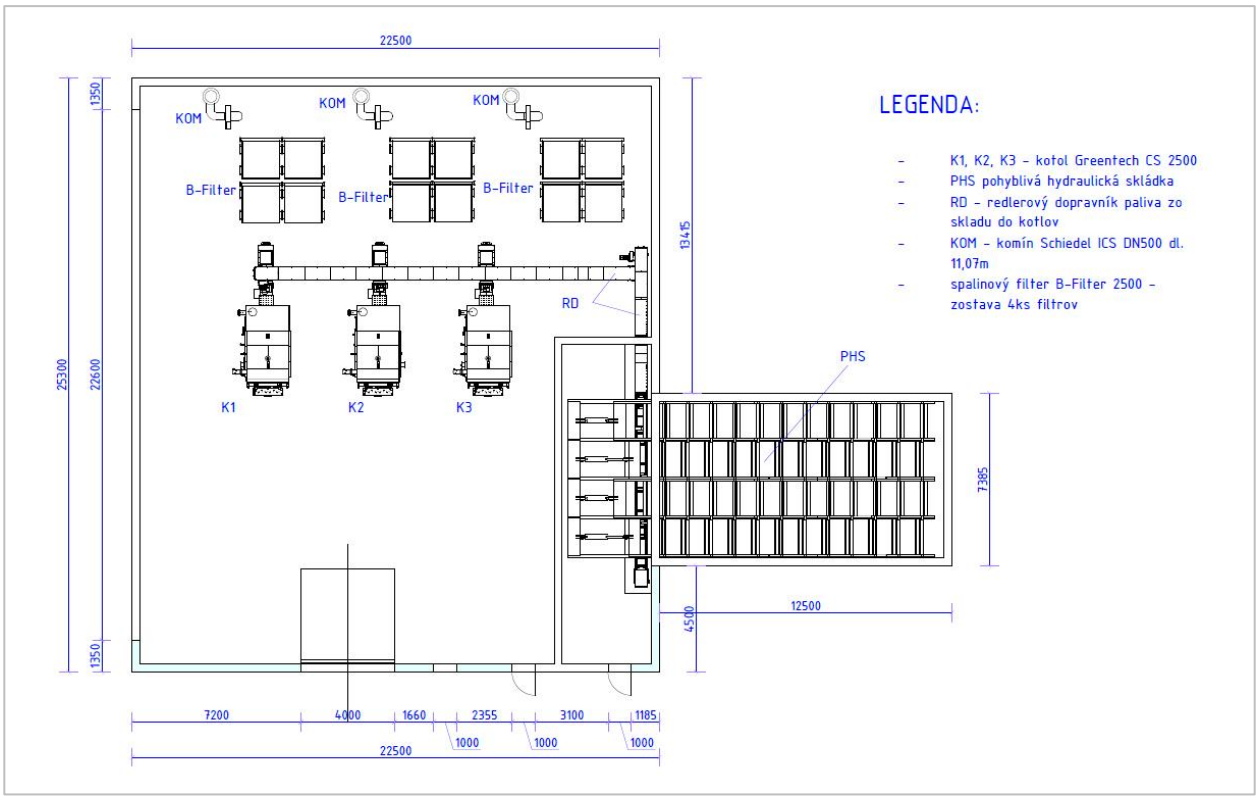
TAB. 3 Posudzované vnútorné a vonkajšie zdroje hluku – navrhovaný stav (Variant I)

Umiestnenie	Označenie	Zdroj	Počet [ks]	Popis
Samostatný objekt	Kotolňa	Kotol GREENTECH CS 2500	3	Jedná sa o teplovodné plnoautomatické kotle pre spaľovanie biomasy o menovitom výkone 2500 kW/kotol. Súčasťou kotlov budú primárne, sekundárne a dymové, resp. **spalinové ventilátory**, ktoré budú slúžiť na napojenie na komín a odvod dymu. Odstraňovanie popola z kotla bude riešené automaticky, pomocou **šnekového dopravníka** (s dosahom do 10 m od kotla) z priestoru podkotlia do popolového kontajnera. Kotle budú umiestnené na betónovom podklade **vo vnútri kotolne**.
		RD redlerový dopravník	1	Hydraulické agregáty (7 ks) budú posúvať palivo zo skladu paliva smerom k násypke, odkiaľ bude redlerovým dopravníkom dopravované k jednotlivým šnekovým dopravníkom kotlov. Dávkovanie paliva bude plno automatické. Redlerový dopravník paliva sa bude nachádzať **vo vnútri kotolne**.
		Komín Schiedel ICS25 DN500	3	Výstup spalín je vyvedený cez cyklónový odlučovač so zbernou nádobou do komína dl. 11,07 m. Komíny budú čiastočne umiestnené vo vnútri kotolne, s **vyústiami vo vonkajšom prostredí**.

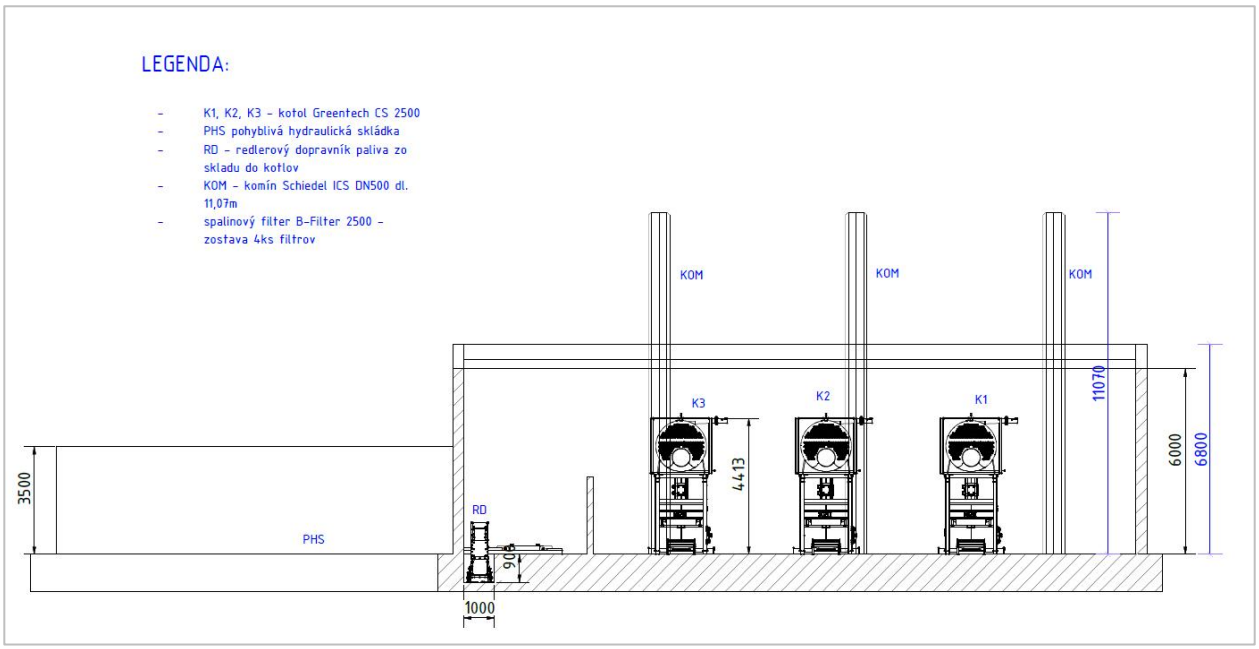
Umiestnenie	Označenie	Zdroj	Počet [ks]	Popis
		PHS pohyblivá hydraulická skládka	1	Pohyblivá hydraulická skládka rozmerov 3 x 12,5 x 3,5 m bude **pričlenená ku kotolni**, s ktorou bude vytvárať **prienik**. Bude sa tu nachádzať technológia hrablicovej pohyblivej hydraulickej podlahy.



OBR. 3 Situácia kotolne na biomasu – navrhovaný stav (Variant I)



OBR. 4 Pôdorys kotolne na biomasu – navrhovaný stav (Variant I)



OBR. 5 Rez kotolne na biomasu – navrhovaný stav (Variant I)

V tabuľke č. 4 uvádzame popis mobilných zdrojov hluku, s ktorými sa v navrhovanom stave uvažuje.

TAB. 4 Posudzované mobilné zdroje hluku – navrhovaný stav (Variant I)

Zdroj	Počet vozidiel/deň	Popis
VZV nakladače	4	Doprava bude slúžiť pre **zásobovanie biomasovej kotolne**. Pohyb mobilných zdrojov bude počas referenčného časového intervalu **„deň“**.

Informácie o zdrojoch hluku nám **poskytol navrhovateľ.**

5 | Hygienické požiadavky na hluk vo vonkajšom prostredí

Podľa vyhlášky MZ SR č. 549/2007, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a o požiadavkách na objektivizáciu hluku, infrazvuku a vibrácií sú najvyššie prípustné hodnoty určujúcich veličín hluku vo vonkajšom prostredí nasledovné:

TAB. 5 Prípustné hodnoty určujúcich veličín hluku vo vonkajšom prostredí

Kat. územia	Opis chráneného územia	Referenčný časový interval	Prípustné hodnoty [dB]				
			Hluk z dopravy				Hluk z iných zdrojov $L_{Aeq,p}$
			Pozemná a vodná doprava $L_{Aeq,p}$	Železničné dráhy $L_{Aeq,p}$	Letecká doprava		
					$L_{Aeq,p}$	$L_{ASmax,p}$	
II.	**Priestor pred oknami obytných miestností** bytových a **rodinných domov**, priestor pred oknami chránených miestností školských budov, zdravotníckych zariadení a iných chránených objektov, **vonkajší priestor v obytnom a rekreačnom území.**	**deň** **večer** **noc**	60 60 50	60 60 55	60 60 50	- - 75	**50** **50** **45**

Poznámka: Posudzovaným zdrojom hluku v predmetnej oblasti riešeného územia je hluk z priemyselnej činnosti. V zmysle citovanej vyhlášky MZ SR č. 549/2007 Z. z. navrhujeme predmetné vonkajšie prostredie zaradiť do II. kategórie, kde pre najvyššiu prípustnú ekvivalentnú hladinu *(A)* zvuku pre hluk z iných zdrojov platia nasledovné prípustné hodnoty:

Hluk z iných zdrojov:

Pre deň	$L_{Aeq,12h,p}$ = 50 [dB]
Pre večer	$L_{Aeq,4h,p}$ = 50 [dB]
Pre noc	$L_{Aeq,8h,p}$ = 45 [dB]

Poznámka: Hluk z dopravy vyvolanej navrhovanou činnosťou ako pohyb LKW a VZV nakladačov po areáli je zaradený do kategórie hluku z iných zdrojov.

6 | Vstupné merania hluku

V prevádzke PRP s.r.o boli vykonané vstupné (kalibračné merania hluku) v blízkosti jednotlivých dominantných zdrojov hluku (pohyblivé + stacionárne). Taktiež boli vykonané obchádzkové merania v blízkosti zdrojov hluku vo vnútornom prostredí výrobnej haly. Tieto merania boli použité pre výpočet hlukovej záťaže súčasného stavu a taktiež na kalibráciu výpočtového modelu.

TAB. 6 Použité meracie prístroje

Názov prístroja	Výrobca	Typ	Výrobné číslo	Pracovisko overenia	Platnosť overenia do
Modulárny presný analyzátor zvuku	Brüel & Kjær	2250	3008478	TSÚ Piešťany	5/2024
Merací mikrofón		4189	2984021		5/2023
Akustický kalibrátor		4230	1351656		3/2024
Modulárny presný analyzátor zvuku		2250	3027950		9/2023
Merací mikrofón na vonkajšie použitie		4952	3209508		9/2023

Zvukomery spĺňajú požiadavky na meracie reťazce triedy presnosti 1 v zmysle normy STN EN 61672-1.

7 | Matematické modelovanie šírenia hluku

7.1 | Použitý softvér

Predictor-LimA typ 7810 G je softvér na výpočet, zobrazenie, posúdenie a predikciu hluku vo vonkajšom prostredí. Je vhodný na skúmanie hluku spôsobeného priemyslom, novou cestou alebo železnicou či celým mestom a urbanizovanou oblasťou. Číslo licencie 4528C02E.

Source DB+ je prídavným modulom softvéru Predictor-LimA typ 7810 G. Softvér obsahuje databázu akustických výkonov rôznych zdrojov hluku v životnom prostredí (doprava, priemysel, stavebníctvo, atď.) meraných v zmysle platných ISO noriem.

Softvér **spĺňa** požiadavky normy pre **kvalitu ISO 17534 – 1: 2015** – Akustika – Software na výpočet zvuku vo vonkajšom prostredí, Časť 1: Požiadavky na kvalitu a zabezpečenie kvality.

7.2 | Metóda hodnotenia hluku vo vonkajšom prostredí

Výpočtové hodnotenie hluku vo vonkajšom obytnom prostredí vychádza z použitia metodiky ISO 9613-2 s podporou odporúčaní normy ISO / TR 17534-3: Odporúčania pre zaistenie kvality implementácie ISO 9613-2 v softvéri podľa ISO 17534-1. Na tejto metodike pracuje výpočtový program Predictor-LimA typ 7810 G V.2022, ktorého algoritmy korešpondujú s použitou metodikou. Zvukové pole v záujmovom území je vypočítané v plošnom rastri 5 x 5 m vo výške 1,5 m nad terénom. Výsledné hodnoty ekvivalentných hladín akustického tlaku *(A)* sú graficky interpretované vo forme izoplôch delených s krokom po 5 dB.

TAB. 7 Výpočtový model

Výpočtový model	
Odrazy od fasád	Zapnuté
Teplota	15 °C
Atmosférický tlak	101,3 kPa
Vlhkosť vzduchu	70 %

TAB. 8 Všeobecné požiadavky

Všeobecné požiadavky	
Prevádzková doba zdroja	Deň, večer a noc
Typ zdroja	Bodový + líniový + plošný
Orientácia zdroja	Vo voľnom zvukovom poli na odrazovej ploche, vnútorný priestor haly s prestupom zdroja hluku cez fasádu
Smerovosť zdroja	Všesmerové šírenie
Geografický informačný systém (GIS)	S-JTSK s výškovým systémom Bpv

7.3 | Vplyv povrchu zeme

Útlm zvuku spôsobený účinkom povrchu zeme je najmä dôsledkom interferencií medzi odrazeným zvukom a zvukom, ktorý sa šíri k prijímaču priamo zo zdroja. Fyzikálne súvisí s akustickou absorpciou terénu, nad povrchom ktorého sa zvuková vlna šíri. Akustické vlastnosti terénu sú schopnosti terénu absorbovať vyžarovanú energiu do priestoru. V modeli sú hodnoty koeficientu G zadané ako veľmi tvrdé zhustené povrchy **(hustý asfalt, betón)** s **hodnotou G = 0** na plochách areálu navrhovateľa a **s hodnotou G = 0,7** na okolitých plochách areálu a mimo areálu v oblasti rodinných domov – kompaktná pôda **(pestované trávniky)**.

7.4 | Dodatočný útlm – priemyselné plochy

Vo vonkajšom prostredí v areáli PRP s.r.o. sa nachádzali priemyselné plochy, na ktorých boli umiestnené štósy dreva prevažne vo výške 5 až 8 metrov. Pri šírení zvuku priemyselnou plochou dochádzalo k útlmu, ktorý bol spôsobený rozptylmi na zariadeniach (v danom prípade drevené materiály). Z toho dôvodu bol použitý koeficient útlmu zvuku $\mathbf{A}_{site}$ v oktávových pásmach, pri šírení hluku zo zariadení v priemyselných prevádzkach.

7.5 | Prestup zvuku cez fasádu a strechu

Obvodová konštrukcia priemyselných objektov je zadefinovaná ako konštrukcia zo železobetónových vrstvených U-panelov a v niektorých miestach opláštená trapézovým plechom. Nakoľko nám nebola poskytnutá presná hodnota R_w obvodového plášťa, pri výpočte sa uvažovalo s odhadovanou hodnotou vzduchovej nepriezvučnosti $\boldsymbol{R_w}$ **= 31 dB**. Odhadovaná hodnota vychádza zo skúseností pri posudzovaní podobných priemyselných objektov.

Výpočet hluku z vnútorných zdrojov bol vypočítaný na základe nameraných hladín akustického tlaku vo vnútornom prostredí pri 100 % zaťažení, tzn. pri zapnutí všetkých uvažovaných technológií súčasne a nepretržite. Vo vnútornom prostredí bola nastavená korekcia pre difúzne pole, tzn. priestor so 100 % odrazmi.

Výpočet hluku prestupom cez fasádu bol vypočítaný podľa normy - VDI 2571 Sound radiation from industrial buildings.

$$L_w = L_p + 10*\log(S) - R - C_d$$

Kde: L_W | akustický výkon fasády
L_p | hladina akustického tlaku vo vnútornom prostredí
S | plocha fasády
R | zvuková izolácia
C_d | korekcia pre vnútorné prostredie

V nasledujúcej tabuľke uvádzame údaje o akustických výkonoch vnútorných zdrojov hluku pre súčasný stav – **Variant 0**.

TAB. 9 Hladina akustického tlaku vnútorných zdrojov hluku v oktávových pásmach – súčasný stav (Variant 0)

M1-1 Výrobná hala										
f	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A [dB]
L_p	dB	58,5	68,6	78,0	84,4	88,1	86,9	84,2	75,8	92,5
M1-2 Kotolňa										
f	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A [dB]
L_p	dB	60,1	67,6	74,4	78,7	77,1	66,9	59,8	48,0	82,2

f | frekvencia zvuku **[Hz]**
L_p | hladina akustického tlaku vo vnútornom prostredí **[dB]**

> Poznámka: Hladina akustického tlaku vo vnútornom prostredí výrobnej haly bola získaná pomocou obchádzkového merania hluku in situ v blízkosti zdrojov hluku – meranie M1-1 a M2-2 (tabuľka č. 9).

V nasledujúcej tabuľke uvádzame údaje o akustickom tlaku vnútorných zdrojov hluku pre navrhovaný stav – **Variant I**.

TAB. 10 Hladina akustického tlaku vnútorných zdrojov hluku v oktávových pásmach – navrhovaný stav (Variant I)

Kotol GREENTECH CS 2500 **										
f	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A [dB]
L_p	dB	-	-	-	96,0	-	-	-	-	93,0

f | frekvencia zvuku **[Hz]**
L_p | hladina akustického tlaku vo vnútornom prostredí **[dB]**

> ** K zdrojom zvuku kotolne na biomasu nám boli dodané len hladiny akustického výkonu od kotlov GREENTECH CS 2500, ktoré boli dodané ako protokol o skúške v súlade STN EN ISO 3746:2011. Keďže v súlade týchto meraní sa jedná len o jednočíselné hodnoty v dB, z toho dôvodu bola táto hodnota do výpočtu použitá pri strednej frekvencii 500 Hz oktávového pásma.
>
> ** Uvažované zdroje budú umiestnené vo vnútorných priestoroch. Z toho dôvodu bol na uvedené akustické výkony aplikovaný prepočet prestupu zvuku cez fasádu a strechu podľa kapitoly 7.5 tohto dokumentu.

7.6 | Údaje o akustických výkonoch vonkajších zdrojov hluku

Pri výpočte predikovaných hodnôt sme vychádzali zo vstupných akustických meraní hluku jednotlivých zdrojov hluku, ktoré boli následne prerátané na akustický výkon L_w [dB]. Hodnoty akustického výkonu L_w [dB] pohybov kamiónov (LKW) a VZV nakladačov boli získané zo zdrojovej databázy softvéru Source DB+. V meraní M6 a M16 boli vykonané merania jednotlivých prejazdov, kedy sa overila presnosť vstupných dát pre LKW a VZV. Meranie M11 bolo vykonané za účelom overenia výpočtu hluku pri prestupe hluku cez fasádu.

V nasledujúcej tabuľke uvádzame údaje o akustických výkonoch vonkajších zdrojov hluku pre súčasný stav – **Variant 0**.

TAB. 11 Akustické výkony vonkajších zdrojov hluku v oktávových pásmach – súčasný stav (Variant 0)

L_w – LKW *										
f	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A [dB]
L_w	dB	79,1	87,8	91,9	96,5	100,2	97,50	90,50	83,6	103,8
L_w – VZV *										
f	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A [dB]
L_w	dB	79,0	81,0	91,0	98,0	103,0	103,0	101,0	94,0	108,3
M1 – Linka vstup										
f	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A [dB]
L_w	dB	81,3	87,6	89,7	92,2	92,8	89,0	80,8	71,6	97,9
M2										
f	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A [dB]
L_w	dB	75,7	79,0	82,9	85,0	83,1	82,8	83,4	74,8	91,0
M3										
f	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A [dB]
L_w	dB	77,0	85,4	95,3	101,2	99,1	95,2	88,9	77,9	104,7
M4										
f	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A [dB]
L_w	dB	73,9	76,5	76,5	75,0	71,1	62,8	52,3	49,2	82,2
M5										
f	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A [dB]
L_w	dB	61,4	70,8	80,5	81,8	87,2	82,5	85,7	78,0	91,5
M7										
f	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A [dB]
L_w	dB	81,5	90,1	93,1	93,4	93,4	91,3	86,0	79,0	99,8
M8										
f	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A [dB]
L_w	dB	79,9	91,6	98,0	103,6	105,0	102,2	100,1	90,9	109,6
M9										
f	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A [dB]
L_w	dB	78,2	90,9	97,3	100,6	101,1	97,5	93,9	84,8	106,0
M10										
f	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A [dB]
L_w	dB	82,9	91,3	95,8	99,2	99,8	96,5	92,0	81,8	104,7
M12										
f	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A [dB]

L_w	dB	61,3	69,2	76,8	81,5	84,2	82,3	74,9	63,3	88,2
M13										
f	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A [dB]
L_w	dB	74,9	84,4	87,7	87,4	88,0	84,2	80,3	71,8	93,9
M14										
f	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A [dB]
L_w	dB	68,8	77,3	84,2	90,0	96,0	99,8	96,7	86,9	103,0
M15										
f	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A [dB]
L_w	dB	63,6	75,1	84,8	88,8	94,3	99,1	97,4	89,9	102,7

f | frekvencia zvuku **[Hz]**
L_w | hladina akustického výkonu **[dB]**
***** | hodnoty získané z databázy Source DB+

7.7 | Čas pôsobenia zdrojov hluku

Stanovanie časového pôsobenia pre stacionárne zdroje:

Pre zdroje hluku pracujúce v rôznych časových režimoch boli použité korekcie akustických výkonov.

Na korekciu času pôsobenia bol použitý vzťah:

$$C_w = 10 \times \log (t/T_{ref})$$

Kde: ***t*** | aktívny zdrojový čas za prevádzkové obdobie na základe priemernej situácie v hodinách
T_{ref} | referenčné obdobie v hodinách (deň, večer, noc)

V nasledujúcej tabuľke uvádzame údaje o časovom pôsobení stacionárnych zdrojov hluku pre súčasný stav – **Variant 0**.

TAB. 12 Pôsobenie stac. zdrojov hluku, ktoré boli zadané vo výp. prostredí Predictor-LimA – súčasný stav (Variant 0)

Označenie	Umiestnenie	Referenčný časový interval	Od [hod]	Do [hod]	Časové pôsobenie [hod]	Percentuálne zastúpenie v referenčnom časovom intervale [%]	Redukcia C_w [dB]
Triedička guľatiny a otvorené sklady	Areál	**Deň**	06:00	18:00	12,0	100	0,0
		Večer	18:00	22:00	4,0	100	0,0
Linka na odkôrňovanie, odkôrovač	Areál pred vstupom do haly	**Deň**	06:00	18:00	11,0	87,4	0,6
		Večer	18:00	22:00	4,0	100	0,0
		Noc	22:00	06:00	2,0	25,0	6,0
Sušiareň	Areál	**Deň, večer a noc**	24 hod		24,0	100	0,0
Uhlová píla	Areál	**Deň, večer a noc**	24 hod		24,0	100	0,0

Označenie	Umiestnenie	Referenčný časový interval	Od [hod]	Do [hod]	Časové pôsobenie [hod]	Percentuálne zastúpenie v referenčnom časovom intervale [%]	Redukcia C_w [dB]
Výrobná hala	Vnútorné prostredie haly – samostatný objekt	**Deň**	06:00 – 18:00		10,5	87,4	0,6
		Večer	18:00 – 22:00		4,0	100	0,0
		Noc	22:00– 06:00		2,0	25,0	6,0
Kotolňa	Vnútorné prostredie – samostatný objekt	**Deň, večer a noc**	24 hod		24,0	100	0,0

C_w | korekcia času pôsobenia zdroja **[dB]**

V nasledujúcej tabuľke uvádzame údaje o časovom pôsobení stacionárnych zdrojov hluku pre navrhovaný stav – **Variant I**.

TAB. 13 Pôsobenie stac. zdrojov hluku, ktoré boli zadané vo výp. prostredí Predictor-LimA – navrhovaný stav (Variant I)

Zdroj hluku	Referenčný časový interval	Od [hod]	Do [hod]	Časové pôsobenie [hod]	Percentuálne zastúpenie v referenčnom časovom intervale [%]	Redukcia C_w [dB]
Kotolňa na biomasu *	**Deň, večer a noc**	24 hod		24,0	100	0,0

C_w | korekcia času pôsobenia zdroja **[dB]**

** Poznámka: Vo Variante I sa uvažuje s najhorším možným stavom prevádzkovania, kedy budú všetky zdroje súvisiace s činnosťou kotolne na biomasu v prevádzke nepretržite 24/7.*

Stanovenie časového pôsobenia pre mobilné zdroje:

Mobilné zdroje hluku boli v modeli zadávané ako čiary pohybu (línie) s viacerými bodovými zdrojmi. Segmentácia bodových zdrojov po línii bola zvolená na základe dĺžky kamióna (LKW) a VZV. Pri výpočte **LKW** sa uvažovalo s maximálnou rýchlosťou pohybu **20 km/h**. Pri výpočte **VZV nakladačov** sa uvažovalo s maximálnou rýchlosťou pohybu **20 km/h.** Akustický výkon mobilných zdrojov bol získaný z databázy Source DB+.

Na výpočet korekcie podľa doby pôsobenia bol použitý nasledovný vzťah:

$$C_b = -10 \log (l.n/v.T.N)$$

Kde: **l** | dĺžka pohybujúceho sa zdroja
n | počet prejazdov
v | rýchlosť v (m/s)
T | perióda dňa
N | počet bodových zdrojov

V nasledujúcej tabuľke uvádzame údaje o časovom pôsobení mobilných zdrojov hluku pre súčasný stav – **Variant 0**.

TAB. 14 Pôsobenie zdrojov hluku (mobilných), ktoré boli zadané vo výp. prostredí Predictor-LimA – súčasný stav (Variant 0)

Zdroj	Referenčný časový interval	Od [hod]	Do [hod]	Počet prejazdov [n]	Korekcia C_b [dB]
LKW + VZV nakladače – triedička guľatiny	**Deň**	06:00	18:00	250	19,8
	Večer	18:00	22:00	150	17,3
LKW + VZV nakladače – sušiarne, expedícia, UP	**Deň**	06:00	18:00	150	22,1
	Večer	18:00	22:00	150	17,3
	Noc	22:00	06:00	150	20,3

C_b | korekcia času pôsobenia mobilného zdroja **[dB]**

V nasledujúcej tabuľke uvádzame údaje o časovom pôsobení mobilných zdrojov hluku pre navrhovaný stav – **Variant I**.

TAB. 15 Pôsobenie zdrojov hluku (mobilných), ktoré boli zadané vo výp. prostredí Predictor-LimA – navrh. stav (Variant I)

Zdroj	Referenčný časový interval	Od [hod]	Do [hod]	Počet prejazdov [n]	Korekcia C_b [dB]
VZV nakladače (kotolňa na biomasu)	**Deň**	06:00	18:00	8	33,9

C_b | korekcia času pôsobenia mobilného zdroja **[dB]**

Hlukové mapy sú vypočítané a graficky vyobrazené pre **stav**, kedy sú **všetky zdroje hluku súvisiace s prevádzkou** navrhovateľa **v činnosti podľa časového pôsobenia z tabuliek č. 12, 13, 14 a 15 počas** prevádzkovej **doby** v referenčnom časovom intervale „deň“ (12 hod), „večer“ (4 hod) a „noc“ (8 hod).

7.8 | Variant 0 – súčasný stav

Pre kalibráciu výpočtového modelu bolo vykonané meranie in situ vo vonkajšom a vnútornom priestore v blízkosti jednotlivých zdrojov hluku. Na obrázku č. 6 sú meracie miesta M1 až M16 označené bielymi bodkami prezentujúce pozíciu meracích miest v blízkosti zdrojov zvuku v prevádzke PRP s.r.o.



OBR. 6 Zobrazenie meracích pozícií – vstupné a kalibračné merania hluku



FOT. 12 Zobrazenie meracieho mikrofónu v meraní M1



FOT. 13 Zobrazenie meracieho mikrofónu v meraní M2



FOT. 14 Zobrazenie meracieho mikrofónu v meraní M3



FOT. 15 Zobrazenie meracieho mikrofónu v meraní M4



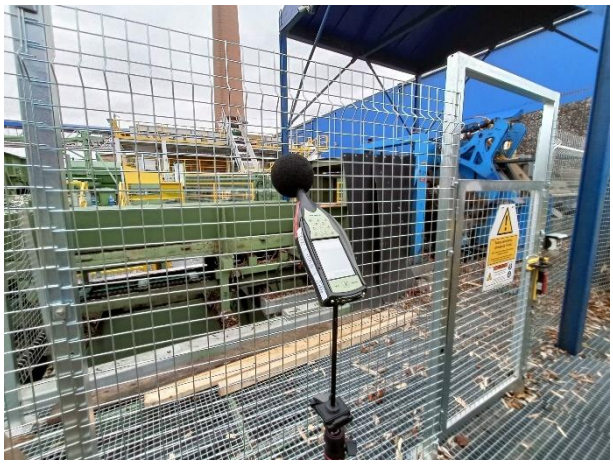
FOT. 16 Zobrazenie meracieho mikrofónu v meraní M5



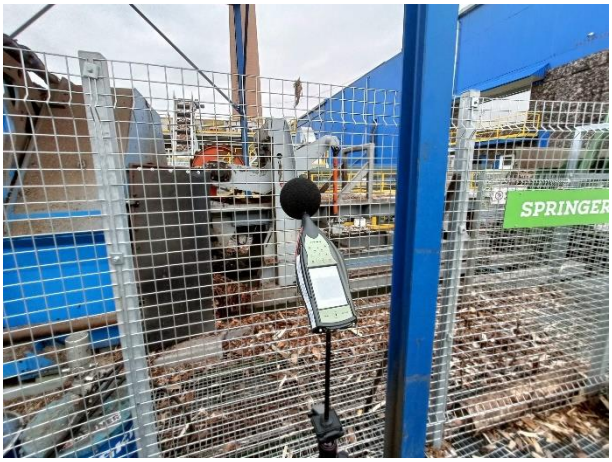
FOT. 17 Zobrazenie meracieho mikrofónu v meraní M6



FOT. 18 Zobrazenie meracieho mikrofónu v meraní M7



FOT. 19 Zobrazenie meracieho mikrofónu v meraní M8



FOT. 20 Zobrazenie meracieho mikrofónu v meraní M9



FOT. 21 Zobrazenie meracieho mikrofónu v meraní 10



FOT. 22 Zobrazenie meracieho mikrofónu v meraní 11



FOT. 23 Zobrazenie meracieho mikrofónu v meraní 12



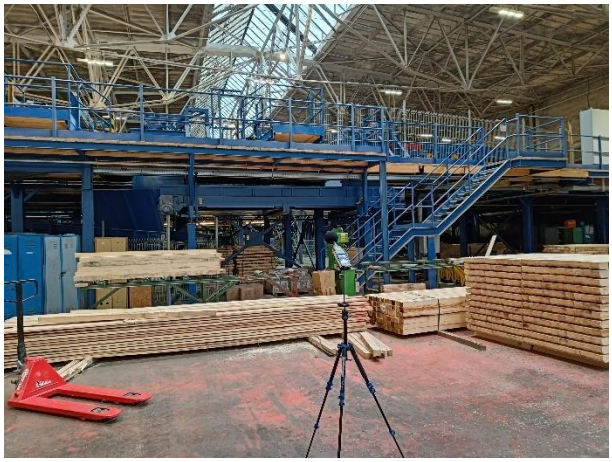
FOT. 24 Zobrazenie meracieho mikrofónu v meraní 13



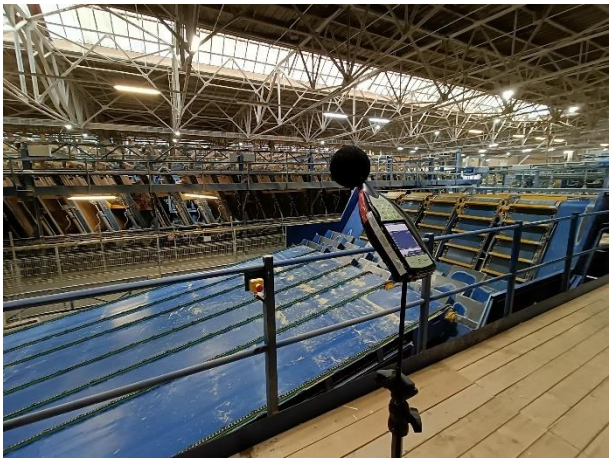
FOT. 25 Zobrazenie meracieho mikrofónu v meraní 14 a 15



FOT. 26 Zobrazenie meracieho mikrofónu v meraní 16



FOT. 27 Zobrazenie meracieho mikrofónu v meraní M1-1



FOT. 28 Zobrazenie meracieho mikrofónu v meraní M1-1



FOT. 29 Zobrazenie meracieho mikrofónu v meraní M1-1



FOT. 30 Zobrazenie meracieho mikrofónu v meraní M1-1



FOT. 31 Zobrazenie meracieho mikrofónu v meraní M1-2

Meranie hlukových pomerov bolo realizované za účelom kalibrácie výpočtového modelu. Analýza meraného zvuku (hluku) bola spracovaná vo výpočtovom programe **Measurement Partner Suite BZ – 5503** s licenciou 012. Validácia výsledkov prebehla v tabuľkovom procesore Microsoft Office Excel.

V tabuľke č. 16 uvádzame ekvivalentné hladiny *A* zvuku v oktávových pásmach. **Tieto hodnoty boli pomocou matematického modelovania prenesené do situácie modelu na výpočet hlukových máp pre VARIANT 0**.

TAB. 16 Namerané hodnoty v oktávovom spektre

Merací bod	Ekvivalentná hladina *(A)* zvuku $L_{Aeq,T}$											
	Frekvencia [Hz]									$L_{Aeq,T}$ [dB]	Vzdialenosť merania od zdroja [m]	L_W [dB]
	31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	$L_W = L_P + 10*\log(4\pi r^2) + A$		
M1-1	47,3	58,5	68,6	78,0	84,4	88,1	86,9	84,2	75,8	92,5	Hodnoty prepočítané na prestup hluku cez fasádu podľa tab. 9	
M1-2	48,0	60,1	67,6	74,4	78,7	77,1	66,9	59,8	48,0	82,2		
M1	37,6	51,3	57,6	59,7	62,2	62,8	59,0	50,8	41,6	67,9	12,6	97,9
M2	38,3	52,1	55,4	59,3	61,4	59,5	59,2	59,8	51,2	67,5	6,0	91,0
M3	39,7	54,2	62,6	72,5	78,4	76,3	72,4	66,1	55,1	81,9	5,5	104,7
M4	34,8	50,7	60,1	63,0	62,6	61,1	57,3	48,9	38,4	68,4	7,7	82,2
M5	33,5	45,4	54,8	64,5	65,8	71,2	66,5	69,7	62,0	75,5	2,5	91,5
M6	34,3	46,6	54,0	58,8	61,2	63,9	61,5	56,2	49,0	68,3	7,0	-*
M7	44,3	53,9	62,5	65,5	65,8	65,8	63,7	58,4	51,4	72,1	9,6	99,8
M8	48,8	62,4	74,1	80,5	86,1	87,5	84,7	82,6	73,4	92,1	3,0	109,6
M9	49,1	60,7	73,4	79,8	83,1	83,6	80,0	76,4	67,3	88,5	3,0	106,0
M10	45,6	58,0	66,4	70,9	74,3	74,9	71,6	67,1	56,9	79,8	7,0	104,6
M11	40,8	46,1	54,1	60,4	61,2	60,7	57,1	50,7	37,5	66,6	1,0	86,5
M12	40,4	53,3	61,2	68,8	73,5	76,2	74,3	66,9	55,3	80,2	1,0	88,2
M13	32,0	43,4	52,9	56,2	55,9	56,5	52,7	48,8	40,3	62,4	15,6	93,9
M14	44,1	59,2	67,7	74,6	80,4	86,4	90,2	87,1	77,3	93,4	1,0	103,0
M15	42,9	54,8	66,3	76,0	80,0	85,5	90,3	88,6	81,1	93,8	1,1	102,7
M16	34,2	44,0	54,1	59,0	64,7	66,2	61,8	54,0	46,1	70,0	5,0	-*

$L_{Aeq,T}$ | ekvivalentná hladina *A* zvuku **[dB]**
L_W | akustický výkon zdrojov **[dB]**
* | akustické výkony pre pohyblivé zdroje (LKW a VZV) boli použité z databázy Source DB+ (pozri aj tab. 11)

Pri výpočte predikovaných hodnôt určujúcej veličiny **sme vychádzali** zo **vstupných meraní**, ktoré pozostávali z meraní v blízkosti zdrojov zvuku a z **obchádzkového merania zvuku vo vnútornom prostredí**. V rámci vstupných/kalibračných meraní bol vykonaný súbor 18 meraní, ktoré zohľadňovali meranie hladín zvuku v rôznych vzdialenostiach a pre rôzne smery šírenia hluku z jednotlivých zdrojov. Namerané hodnoty boli

následne prepočítané na akustický výkon L_w a slúžili pri kalibrácii výpočtového modelu. Na prepočet ekvivalentných hladín zvuku na akustický výkon zariadenia bol použitý zjednodušený vzťah:

$$L_W = L_p + 10*\log/(4\pi r^2) + A_{ground}$$

Kde: L_p | hladina akustického tlaku nameraná v určitej vzdialenosti
L_W | akustický výkon konkrétneho zdroja zvuku stanovený prepočtom z hladiny akustického tlaku
A_{ground} | vplyv povrchu zeme prednostne - 3 dB

7.9 | Verifikácia výpočtového modelu

Na hranici pozemku obytných častí bolo vykonané kontrolné meranie, ktoré prebehlo synchrónne s meraniami v areáli prevádzky PRP. Tieto merania slúžili na verifikáciu výpočtového modelu.

TAB. 17 Namerané hodnoty – **celkový zvuk**

Meranie	GPS	Miesto merania	Interval v [hod:min:sek]	$L_{Aeq,T}$ [dB]	L_{A10} [dB]	L_{A50} [dB]	L_{A90} [dB]	L_{A95} [dB]	U [dB]
Kontrolné meranie	48.366734, 19.624241	Na hranici pozemku – Lúčna 320/19, 985 56 Tomášovce	02:12:17	**56,7**	52,8	47,7	43,6	42,7	1,8

$L_{Aeq,T}$ | ekvivalentná hladina *(A)* zvuku **[dB]**
L_{A10} | priemerná špičková hladina hluku **[dB]**
L_{A50} | stredná hladina hluku **[dB]**
L_{A90} | hladina základného hluku **[dB]**
L_{A95} | hluk pozadia **[dB]**
U | rozšírená neistota merania **[dB]**

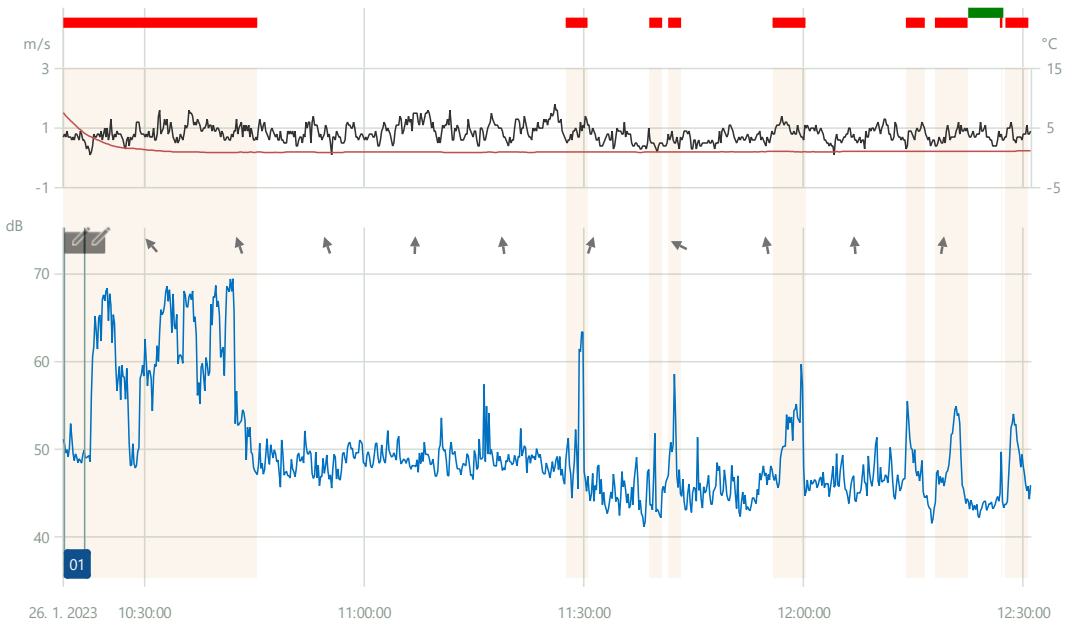
Celkový zvuk je obklopujúci zvuk za daných okolností v danom čase. Zvyčajne je to zvuk zložený z viacerých blízkych a vzdialených zdrojov (STN ISO 1996-1). Celkový zvuk **nie je možné použiť na vyjadrenie posudzovanej hodnoty.**

Špecifický zvuk je časová alebo frekvenčná zložka zvuku, ktorá je človekom vnímaná ako rušivý, obťažujúci alebo nepríjemný hluk a ktorá spravidla súvisí s konkrétnym zdrojom zvuku (STN ISO 1996-1). Špecifický zvuk **umožňuje vyjadriť posudzovanú hodnotu hluku a následne túto hodnotu porovnať s prípustnou hodnotou hluku v zmysle platnej legislatívy.**

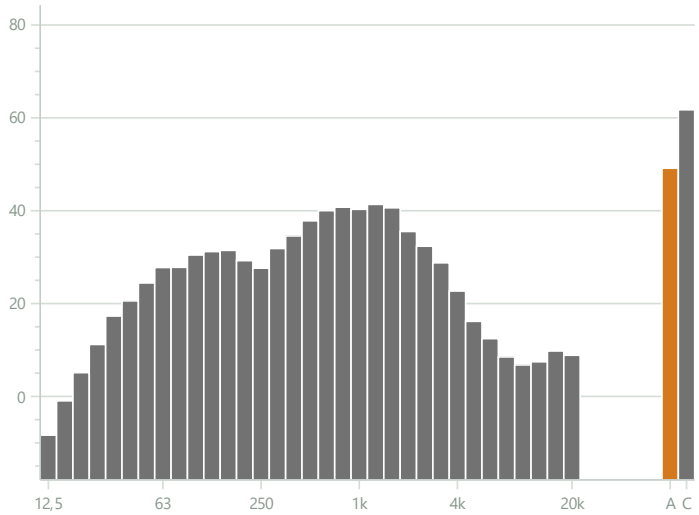
TAB. 18 Namerané hodnoty – **špecifický zvuk**

Meranie	Stanovenie zložiek zvuku	Interval v [hod:min:sek]	$L_{Aeq,T}$ [dB]	U [dB]
Kontrolné meranie	Nameraný špecifický zvuk – **hluk z prevádzky PRP s.r.o (hluk zo stacionárnych zdrojov vrátane pohyblivých)**	01:24:32	**47,7**	1,8
	Nameraný špecifický zvuk – **hluk z prevádzky PRP s.r.o (hluk len zo stacionárnych zdrojov)**	00:10:45	**43,5**	1,8

$L_{Aeq,T}$ | ekvivalentná hladina *(A)* zvuku **[dB]**
U | rozšírená neistota merania stanovená v súlade s metrologickou praxou **[dB]**



GRAF 1/A Zobrazenie časového priebehu ekvivalentných hladín $L_{Aeq,T}$ zvuku v **kontrolnom meraní** vrátane poveternostných podmienok ako rýchlosť vetra, smer vetra a teplota vzduchu. Výpočtovou funkciou **„exclude – červená značka"** sú separované udalosti (prejazdy traktora a štekanie psov), ktoré nespadajú do súboru posudzovaného merania.



GRAF 1/B Zobrazenie tretinooktávového spektra $L_{Aeq,\,1/3}$ v meracom bode **M1**.



OBR. 32 Zobrazenie meracieho miesta na hranici pozemku rodinných domov – kontrolné merania



OBR. 33 Zobrazenie meracieho miesta na hranici pozemku rodinných domov – kontrolné merania



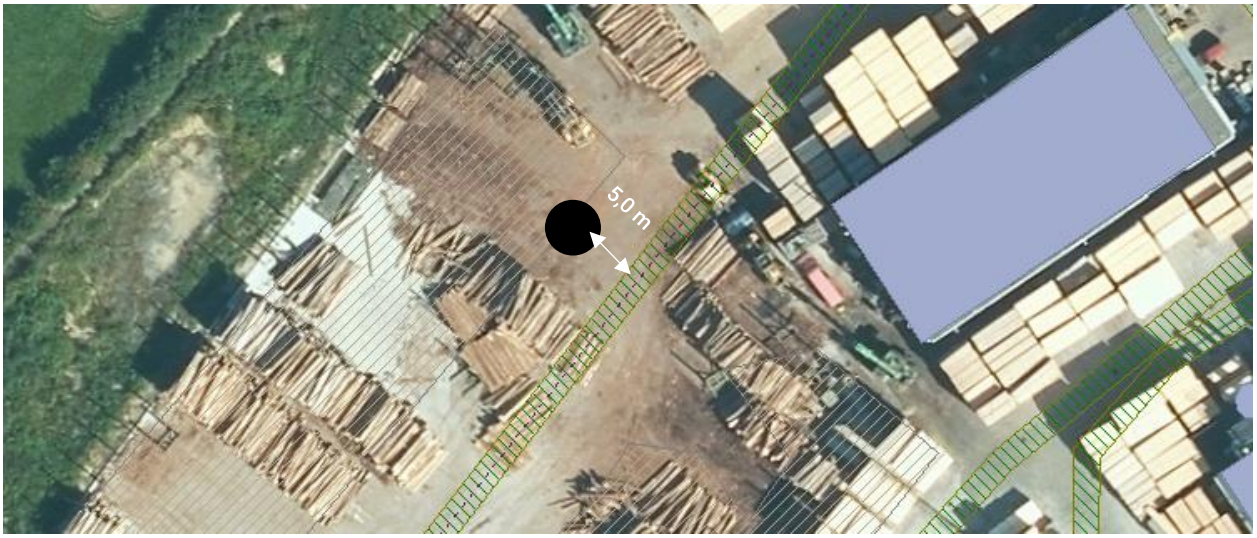
OBR. 7 Zobrazenie výpočtovej mapy súčasného stavu s kalibračným bodom

Zvýraznená hodnota na obrázku č. 7 vyjadruje vypočítanú ekvivalentnú hladinu 3,0 m nad terénom na hranici pozemku najbližšie situovaných obytných častí a hodnota v zátvorke vyjadruje nameranú hodnotu. Hodnoty prezentujú akustickú situáciu súčasného stavu počas kontrolných meraní. V tabuľke č. 19 uvádzame **rozdiel nameraných ekvivalentných hladín *(A)* zvuku a vypočítaných ekvivalentných hladín**. Na základe overenia výpočtu môžeme konštatovať, že rozdiel medzi kalibračným meraním a vypočítanými hodnotami sa pohyboval v rozmedzí do ±2 dB. Z uvedeného vyplýva, že hodnoty prejavili **dostatočnú presnosť** výsledkov výpočtov pomocou metodiky ISO 9613-2 vo vzťahu k reálnej akustickej situácii.

TAB. 19 Overenie verifikačného merania s výpočtovým modelom

GPS	Verifikačný bod		Noc [dB]	Rozdiel hladín ΔL [dB]
48°26'20.6"N 17°45'23.4"E	Kontrolné meranie	Nameraná hodnota	47,7	**1,8**
		Vypočítaná hodnota	45,9	

Pre účely **kalibrácie výpočtového modelu pohyblivých zdrojov hluku (VZV nakladače a LKW)** bolo vykonané meranie hluku vybraných prejazdov týchto vozidiel za účelom overenia výpočtového modelu. Merací mikrofón bol počas merania vo vonkajšom prostredí umiestnený na statíve vo výške 1,5 m nad terénom a vzdialený bol 5,0 m od vnútro areálovej cesty prevádzky PRP (viď OBR. 8 a FOT. 34).



OBR. 8 Zobrazenie meracieho mikrofónu v meraní M16



FOT. 34 Zobrazenie meracieho mikrofónu v meraní M16

Pre jednotlivú zvukovú udalosť je upravená hladina zvukovej expozície L_{AE} vypočítaná vzťahom:

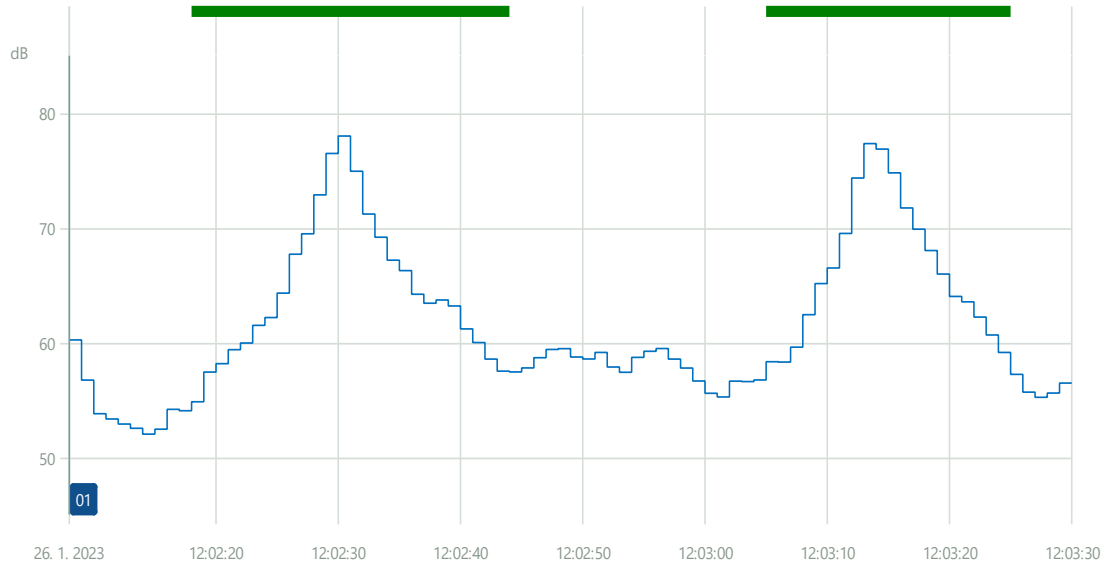
$$L_{Aeq,T} = 10\,log\frac{1}{T}\left[\sum_{n}(10^{0,1xL_{AE}})\right]\ \text{dB}$$

Kde: ***n*** | celkový počet zvukových udalostí (prejazdov v čase T)
***L*AE** | hladina zvukovej expozície i-tej udalosti

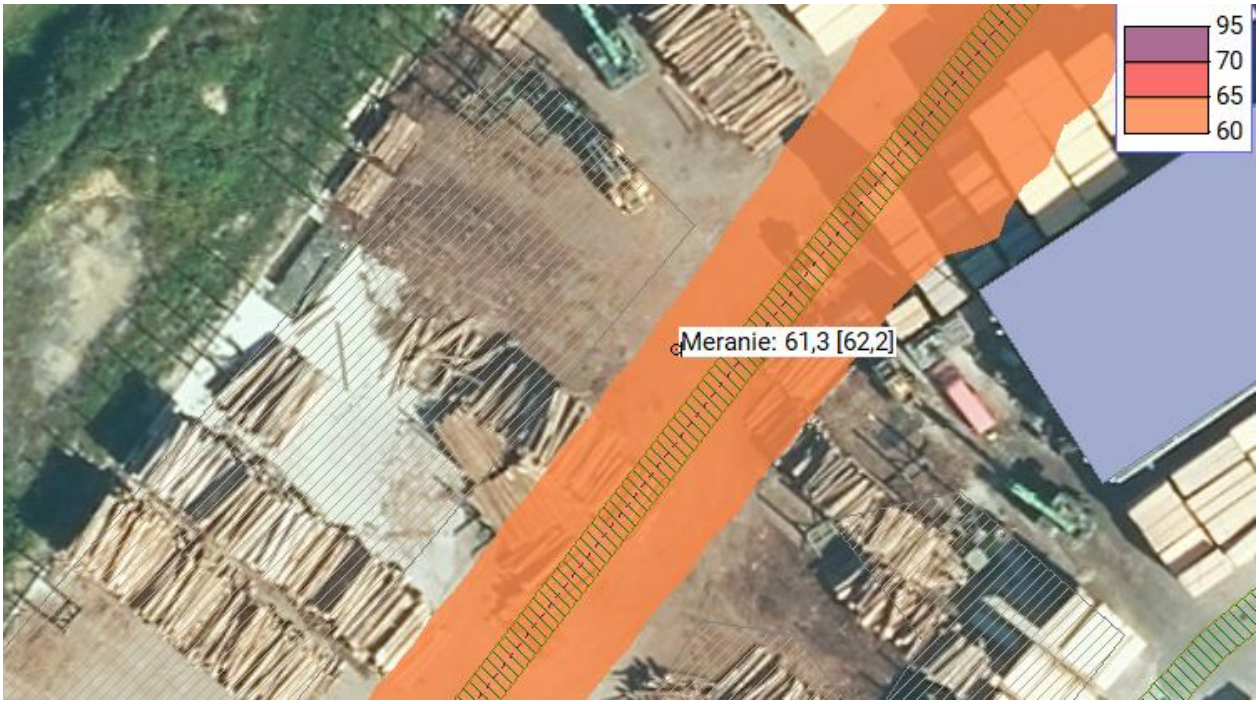
TAB. 20 Namerané hodnoty počas jednotlivých prejazdov

Meranie	Miesto merania	Počet prejazdov	Čas prejazdu [min:sek]	L_{AE} [dB]	$L_{Aeq,T}$ [dB] 150 prejazdov [n]/ za deň	U [dB]
M16	Meranie 5,0 m od prejazdu	1	00:26	83,6	**62,2**	1,8
		1	00:20	83,6		
	Suma/energetický priemer	2	00:46	86,6		

$L_{Aeq,T}$ | ekvivalentná hladina *(A)* zvuku **[dB]**
L_{AE} | hladina zvukovej expozície
n | počet zvukových udalostí – jeden prejazd **[n]**



GRAF 2/A Zobrazenie časového priebehu ekvivalentných hladín $L_{Aeq,T}$ v meracom bode **M16** – meranie prejazdov ťažkých vozidiel



OBR. 9 Zobrazenie výpočtovej mapy s kalibračným meraním hluku pre pohyblivé zdroje

Zvýraznená hodnota na obrázku č. 9 vyjadruje vypočítanú ekvivalentnú hladinu 1,5 m nad terénom vo vzdialenosti 5,0 m od vnútro areálovej cesty prevádzky PRP a hodnota v zátvorke vyjadruje nameranú hodnotu. V tabuľke č. 21 uvádzame **rozdiel medzi nameranými hodnotami ekvivalentných hladín *(A)* zvuku a vypočítanými ekvivalentnými hladinami**. Na základe overenia výpočtu môžeme konštatovať, že rozdiel medzi kalibračným meraním a vypočítanými hodnotami sa pohyboval v rozmedzí do **±2 dB**. Z uvedeného vyplýva, že hodnoty prejavili **dostatočnú presnosť** výsledkov výpočtov pomocou metodiky ISO 9613-2 vo vzťahu k reálnej akustickej situácii.

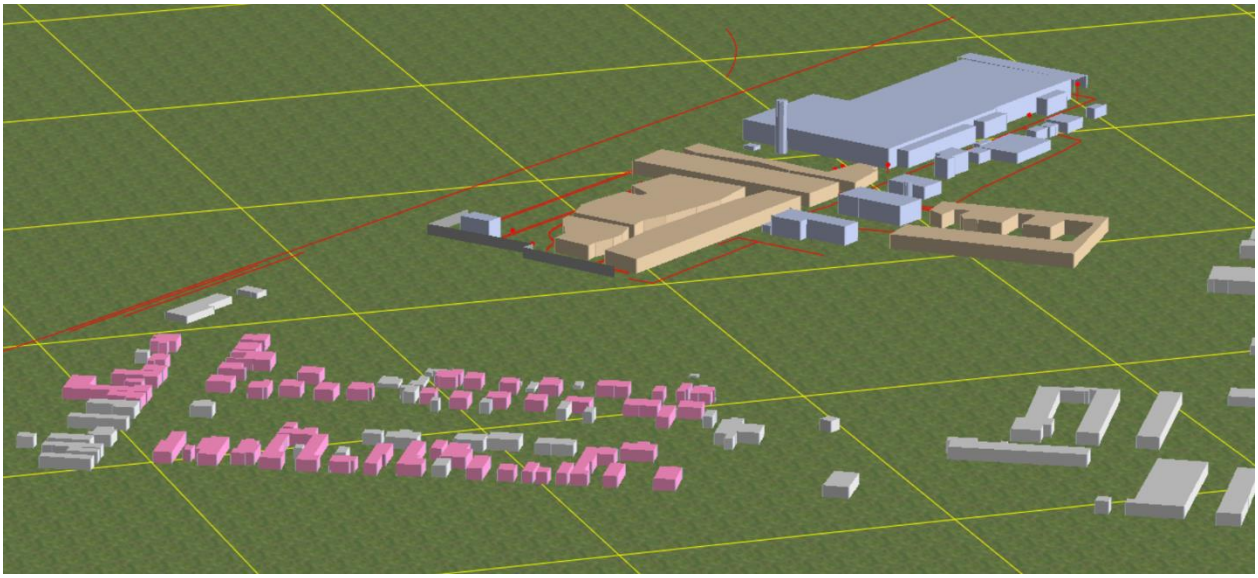
TAB. 21 Overenie kalibračného merania s výpočtovým modelom

GPS	Verifikačný bod		Noc [dB]	Rozdiel hladín ΔL [dB]
48°26'20.6"N 17°45'23.4"E	Kontrolné meranie	Nameraná hodnota	62,2	**0,9**
		Vypočítaná hodnota	61,3	

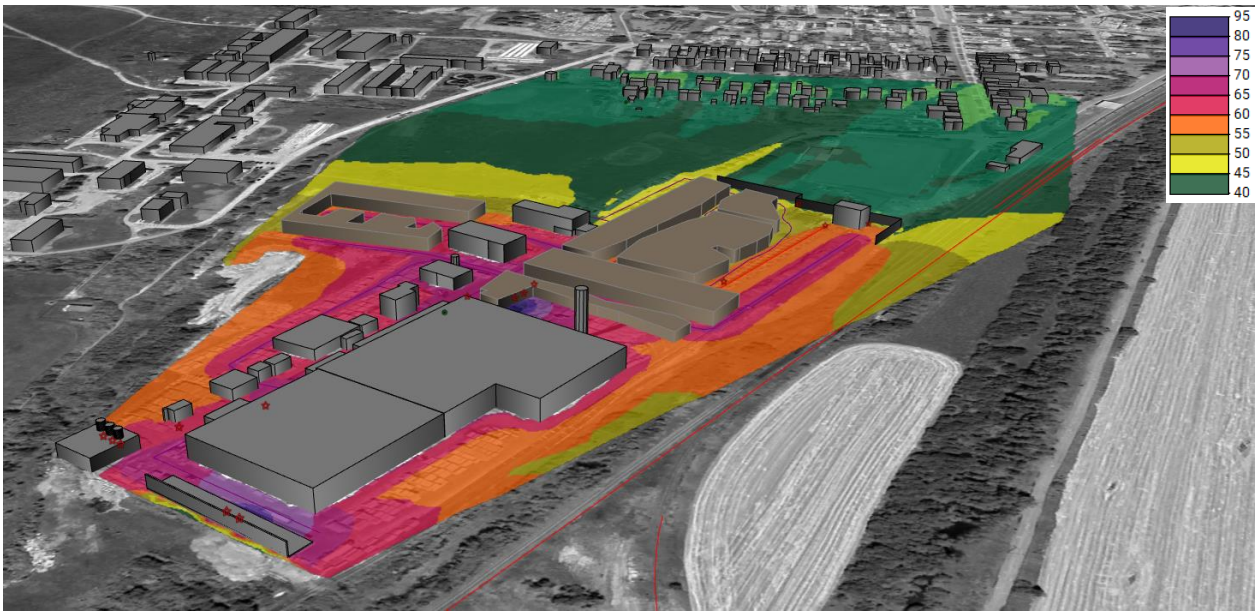
8 | Hlukové mapy

8.1 | Variant 0 – súčasný stav

Trojrozmerný model urbanistického územia bol vytvorený podľa poskytnutej výkresovej dokumentácie a webových stránok zbgis.skgeodesy.sk. Výpočtový model vychádza z objektov so známymi geometrickými údajmi (výšky budov, zdrojov hluku, povrchu zeme, atď.). Výpočtové body sú umiestnené pred fasádami najbližšie situovaných rodinných domov. **Model interpretuje súčasný stav (Variant 0) pre hluk z prevádzky PRP s.r.o.**



OBR. 10 3D model urbanistickej situácie

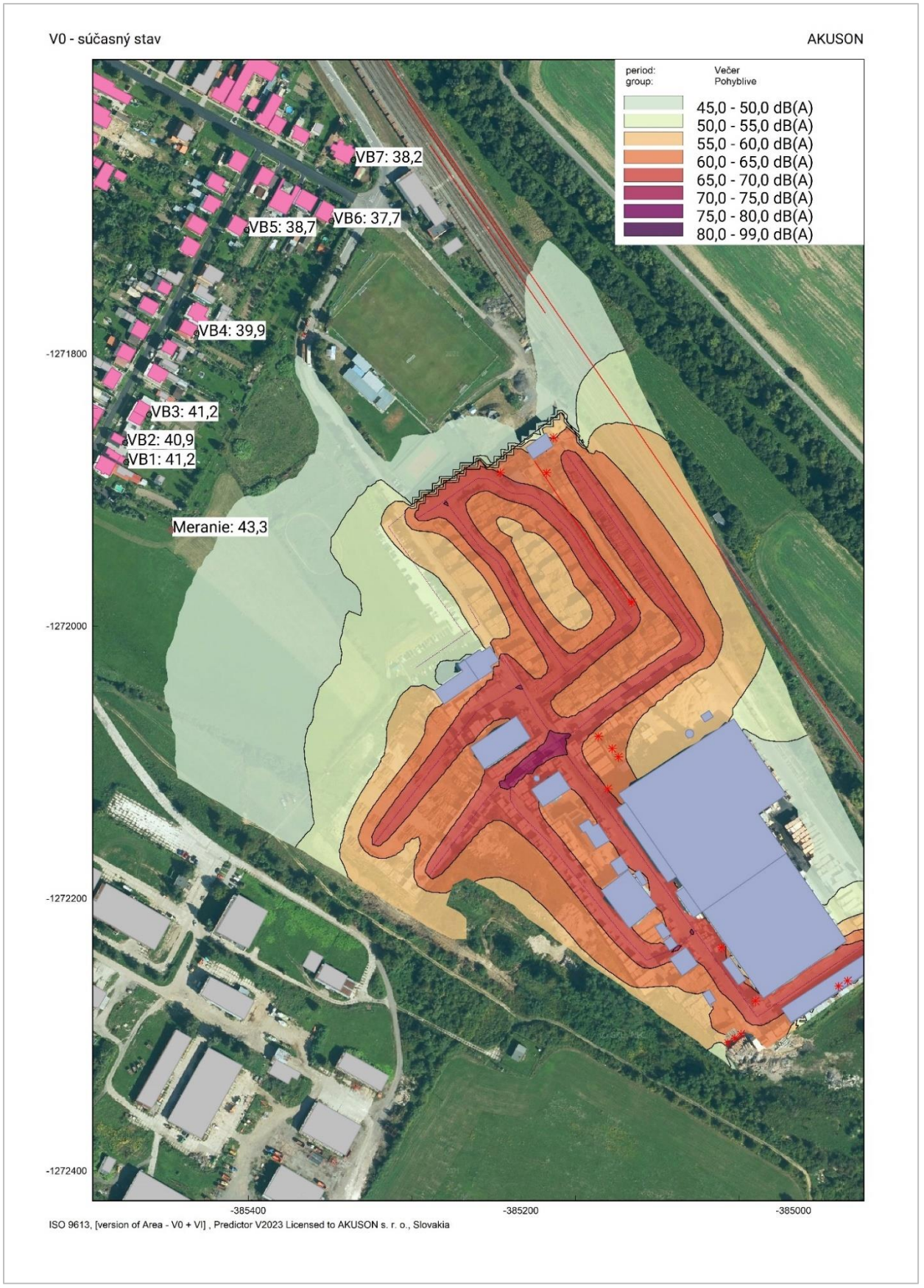


OBR. 11 3D model urbanistickej situácie v horizontálnom gride exportovaný do rozhrania Google Earth

Na obrázkoch č. 10 a 11 je zobrazený 3D model riešenej situácie. **Hlukové mapy** pre Variant 0 sú vyobrazené na **obrázkoch č. 12 až 20** s prepočtom na časové pôsobenie **podľa tab. č. 12 a 14.**



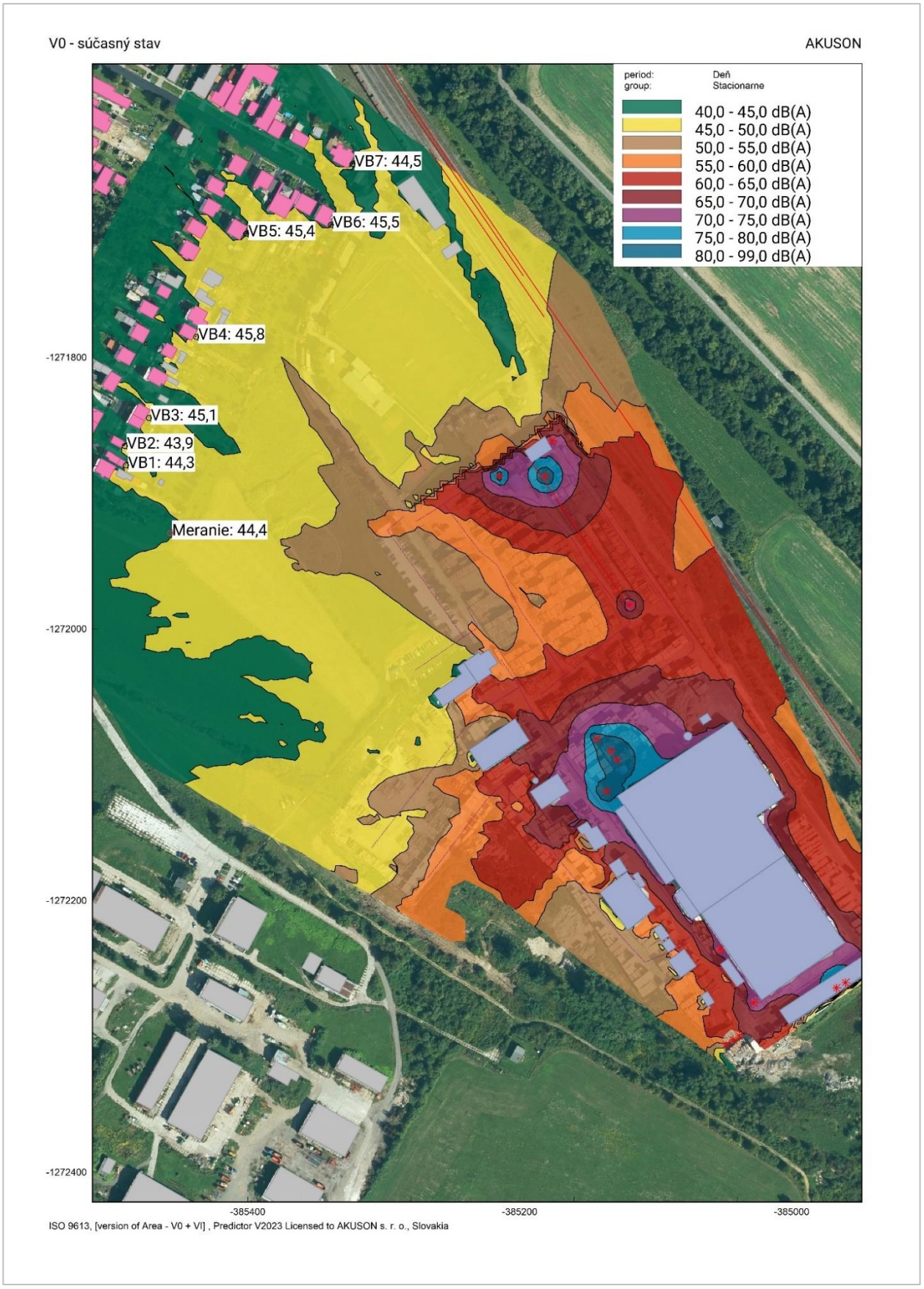
OBR. 12 Zobrazenie plošnej hlukovej mapy ekvivalentných hladín *(A)* zvuku vo výške 4,0 m nad terénom. Izoplochy sú delené po 5 dB. Hluková mapa zohľadňuje referenčný časový interval **„deň" – Variant 0 – mobilné zdroje**



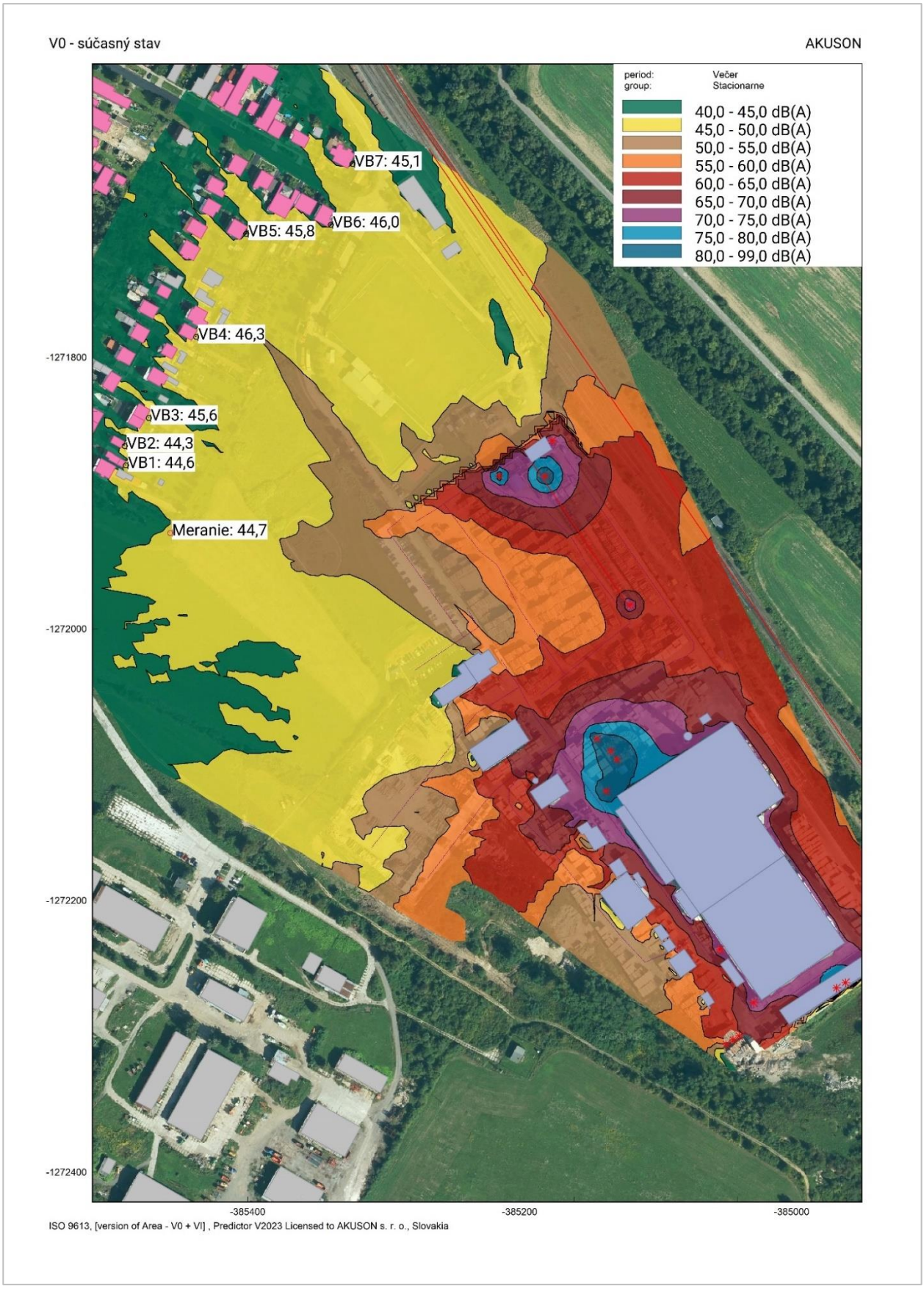
OBR. 13 Zobrazenie plošnej hlukovej mapy ekvivalentných hladín *(A)* zvuku vo výške 4,0 m nad terénom. Izoplochy sú delené po 5 dB. Hluková mapa zohľadňuje referenčný časový interval **„večer" – Variant 0 – mobilné zdroje**



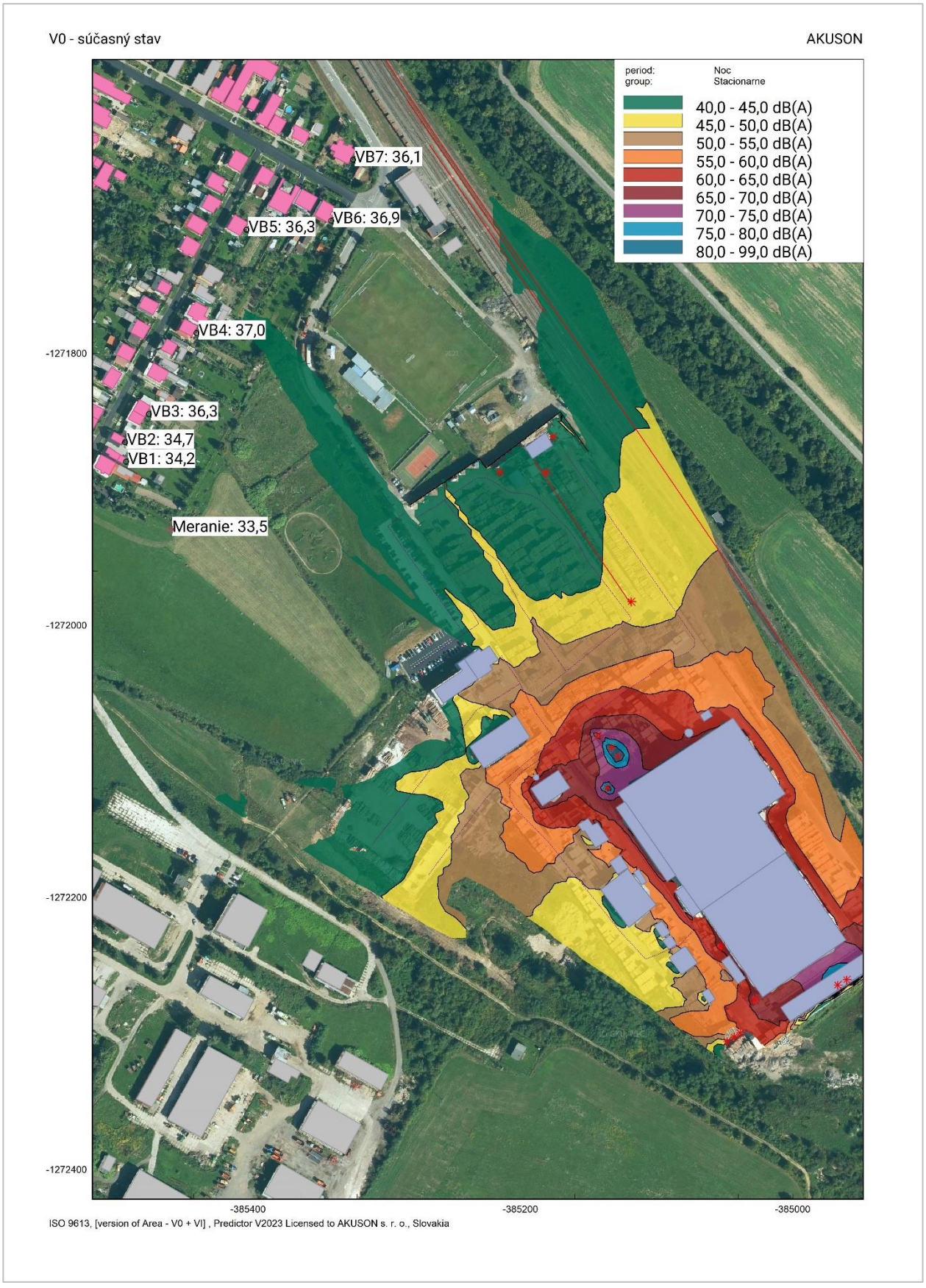
OBR. 14 Zobrazenie plošnej hlukovej mapy ekvivalentných hladín *(A)* zvuku vo výške 4,0 m nad terénom. Izoplochy sú delené po 5 dB. Hluková mapa zohľadňuje referenčný časový interval **„noc" – Variant 0 – mobilné zdroje**



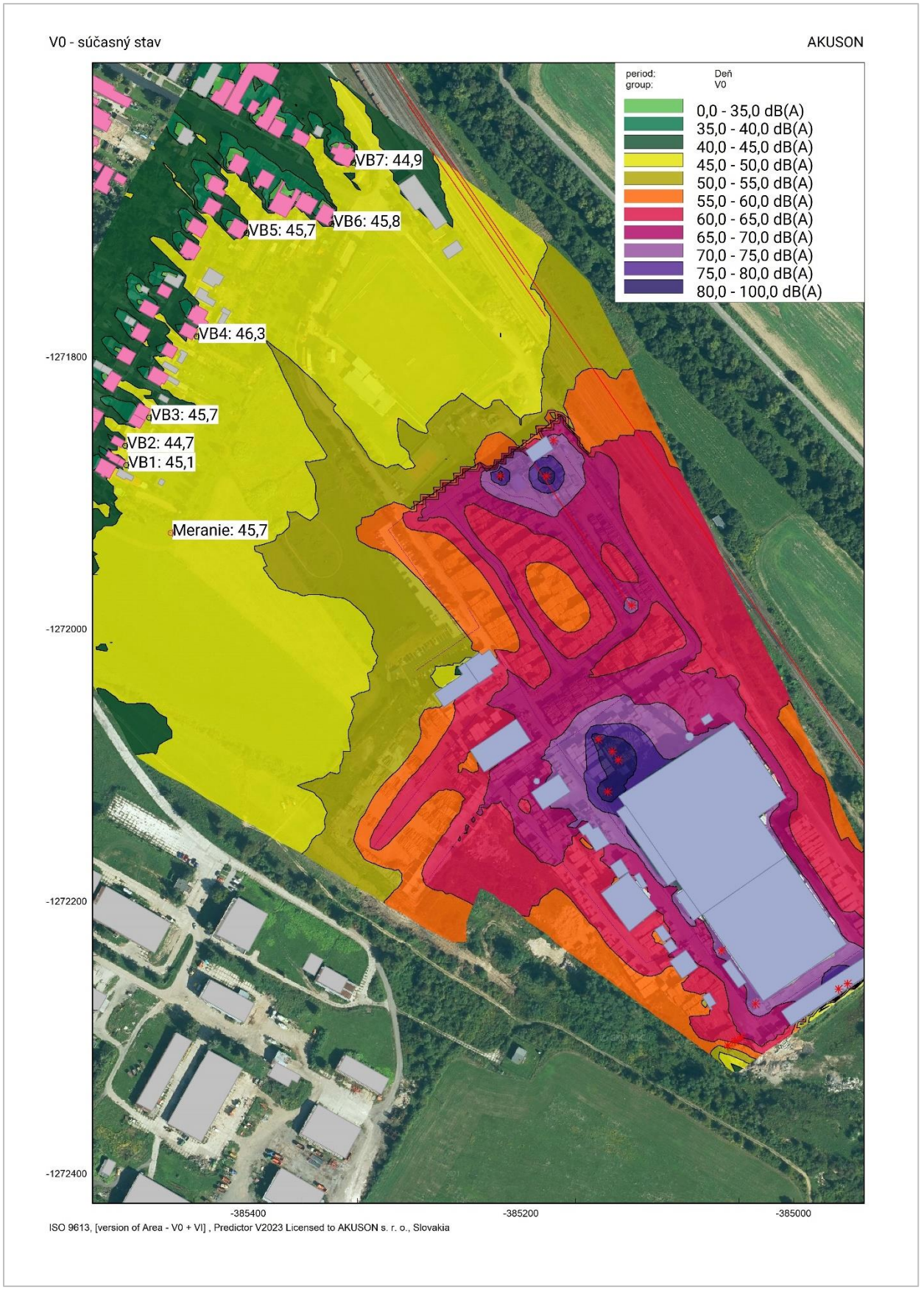
OBR. 15 Zobrazenie plošnej hlukovej mapy ekvivalentných hladín *(A)* zvuku vo výške 4,0 m nad terénom. Izoplochy sú delené po 5 dB. Hluková mapa zohľadňuje referenčný časový interval **„deň" – Variant 0 – stacionárne zdroje**



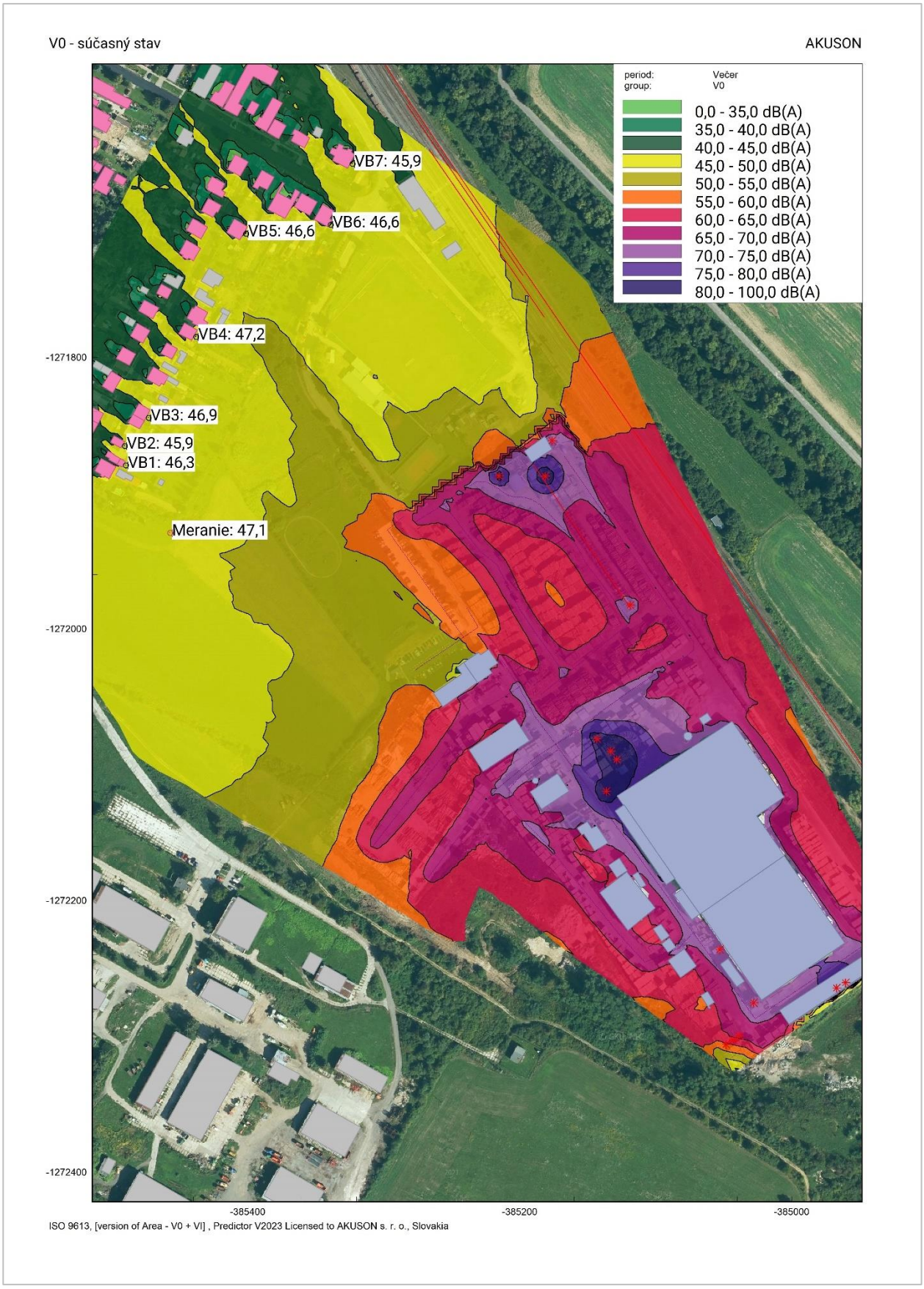
OBR. 16 Zobrazenie plošnej hlukovej mapy ekvivalentných hladín *(A)* zvuku vo výške 4,0 m nad terénom. Izoplochy sú delené po 5 dB. Hluková mapa zohľadňuje referenčný časový interval **„večer“ – Variant 0 – stacionárne zdroje**



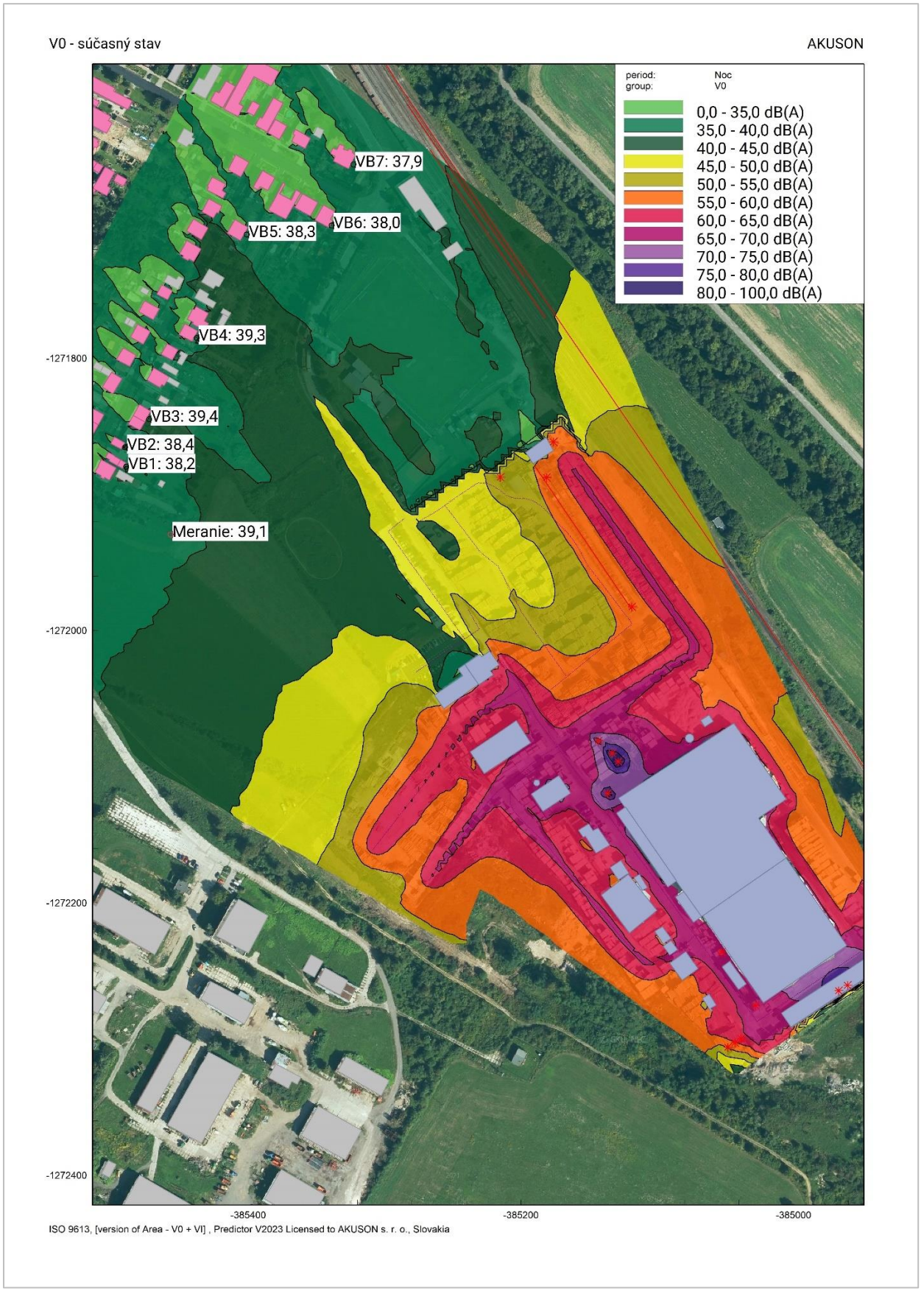
OBR. 17 Zobrazenie plošnej hlukovej mapy ekvivalentných hladín *(A)* zvuku vo výške 4,0 m nad terénom. Izoplochy sú delené po 5 dB. Hluková mapa zohľadňuje referenčný časový interval **„noc" – Variant 0 – stacionárne zdroje**



OBR. 18 Zobrazenie plošnej hlukovej mapy ekvivalentných hladín *(A)* zvuku vo výške 4,0 m nad terénom. Izoplochy sú delené po 5 dB. Hluková mapa zohľadňuje referenčný časový interval **„deň" – Variant 0 – všetky zdroje**



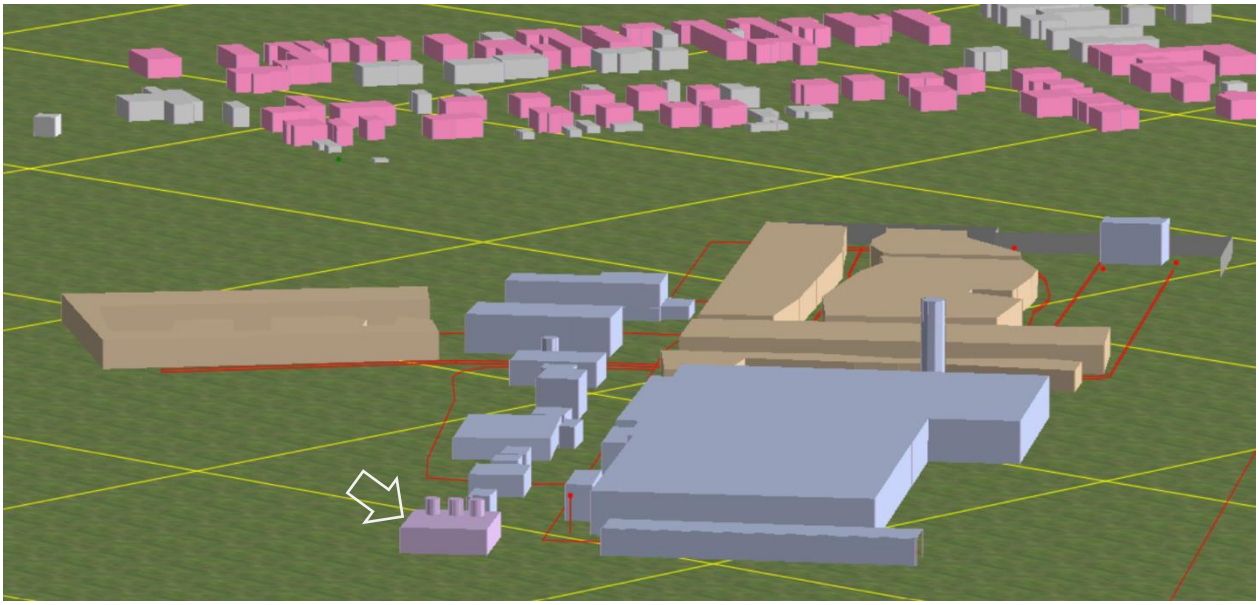
OBR. 19 Zobrazenie plošnej hlukovej mapy ekvivalentných hladín *(A)* zvuku vo výške 4,0 m nad terénom. Izoplochy sú delené po 5 dB. Hluková mapa zohľadňuje referenčný časový interval **„večer" – Variant 0 – všetky zdroje**



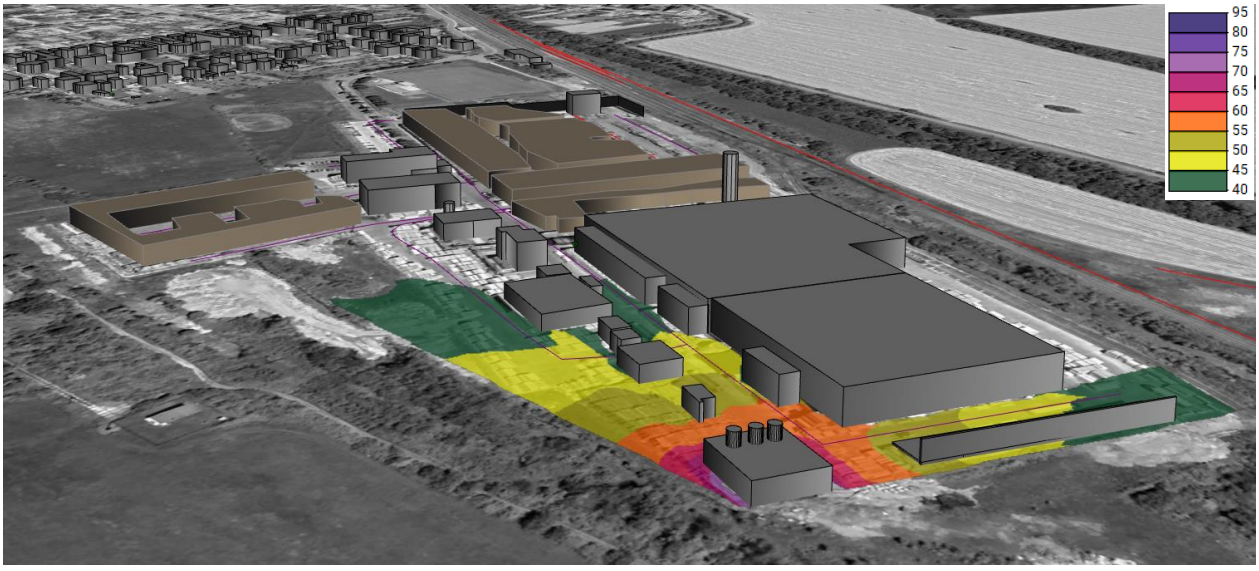
OBR. 20 Zobrazenie plošnej hlukovej mapy ekvivalentných hladín *(A)* zvuku vo výške 4,0 m nad terénom. Izoplochy sú delené po 5 dB. Hluková mapa zohľadňuje referenčný časový interval **„noc" – Variant 0 – všetky zdroje**

8.2 | Variant I – navrhovaný stav

Variant I obsahuje výpočet **súčasných zdrojov hluku** v areáli PRP s.r.o. **vrátane navrhovaných zdrojov hluku (kotolňa na biomasu).** Na obrázkoch č. 21 a 22 je zobrazený 3D model riešenej situácie.



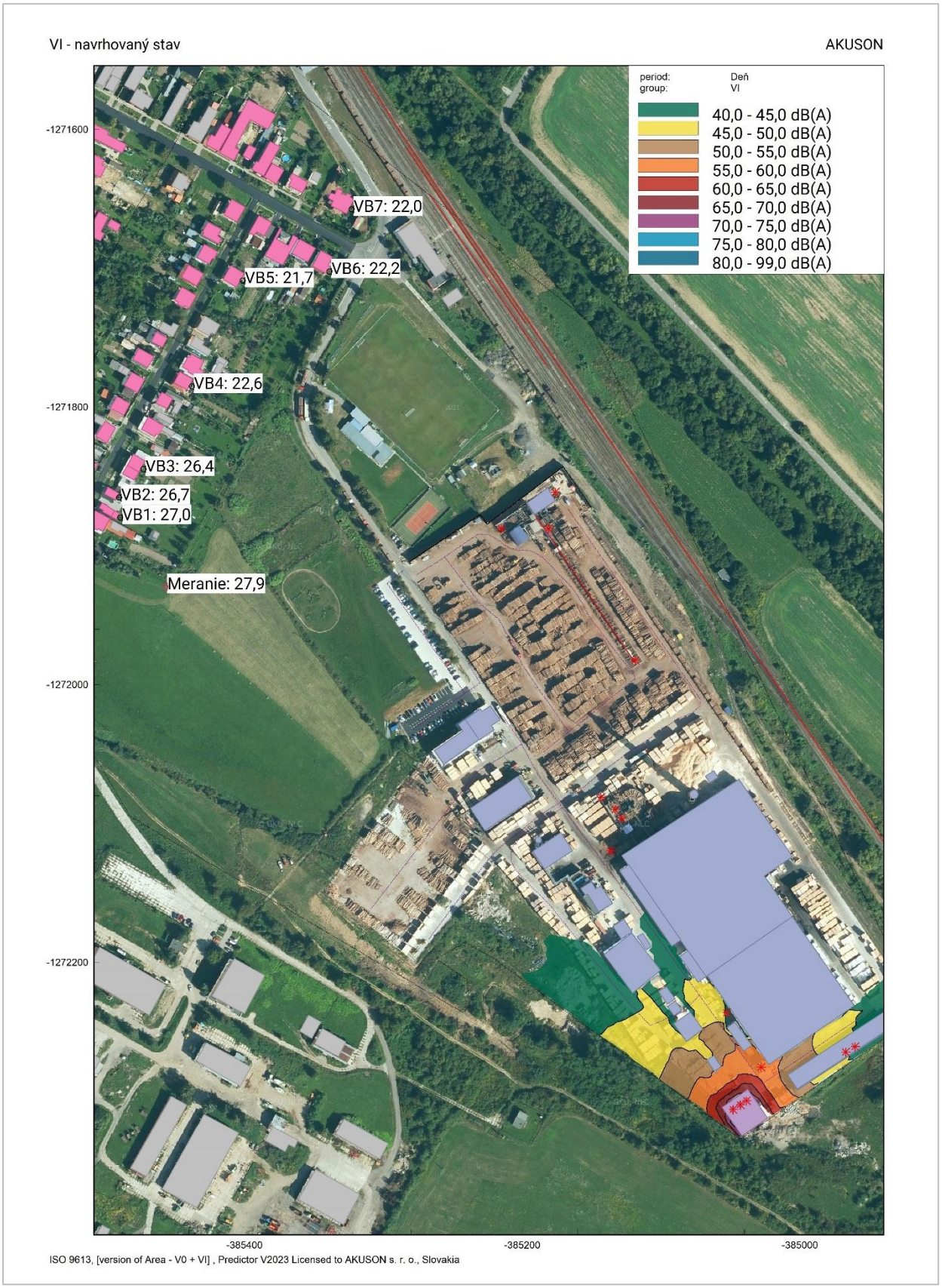
OBR. 21 3D model urbanistickej situácie – Variant I (bielou šípkou je zobrazená kotolňa)



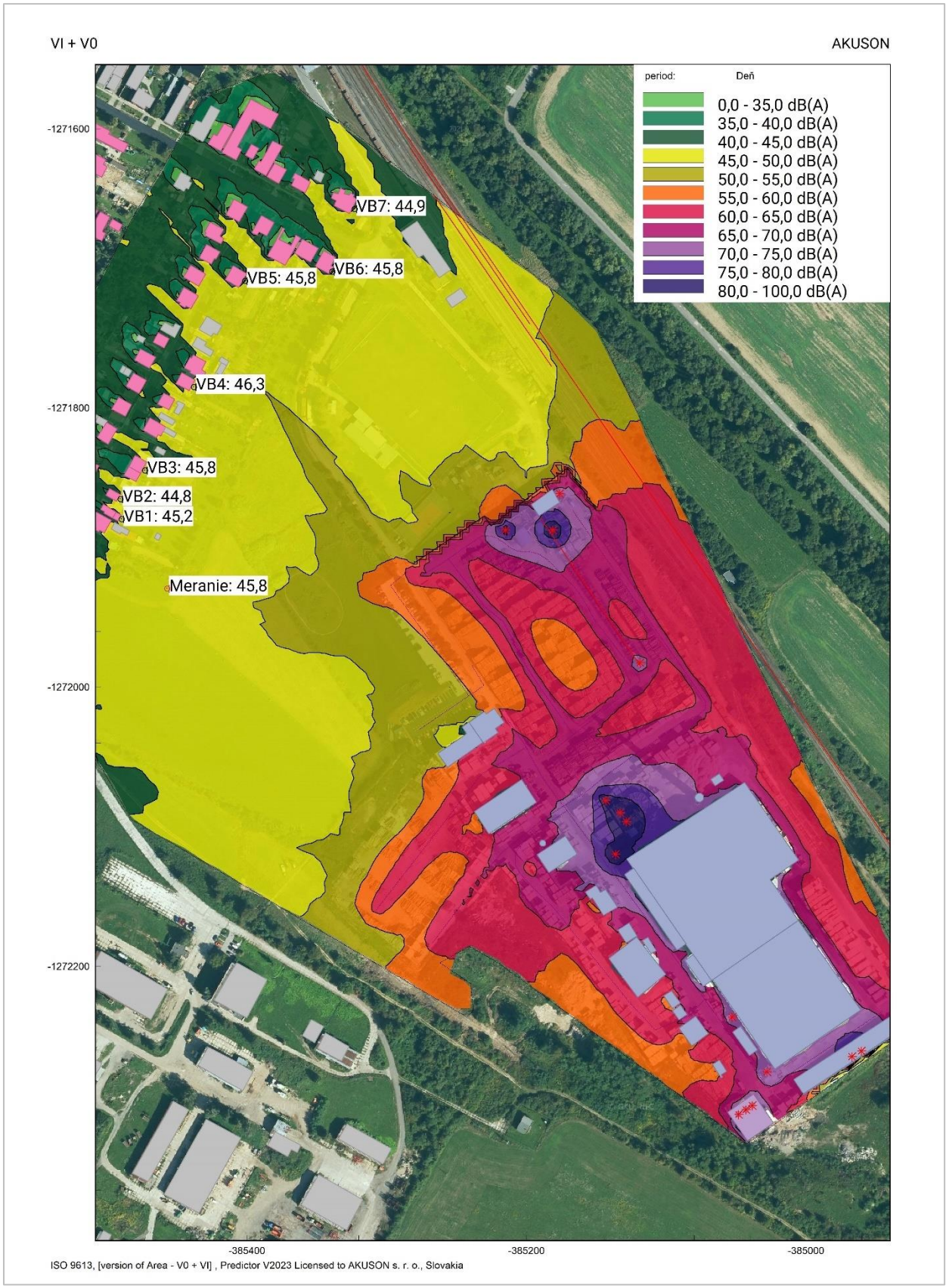
OBR. 22 3D model urbanistickej situácie v horizontálnom gride exportovaný do rozhrania Google Earth

Hlukové mapy pre Variant I sú vyobrazené na **obrázkoch č. 23, 24, 25 a 26** s prepočtom na časové pôsobenie **podľa tab. č. 13 a 15.**

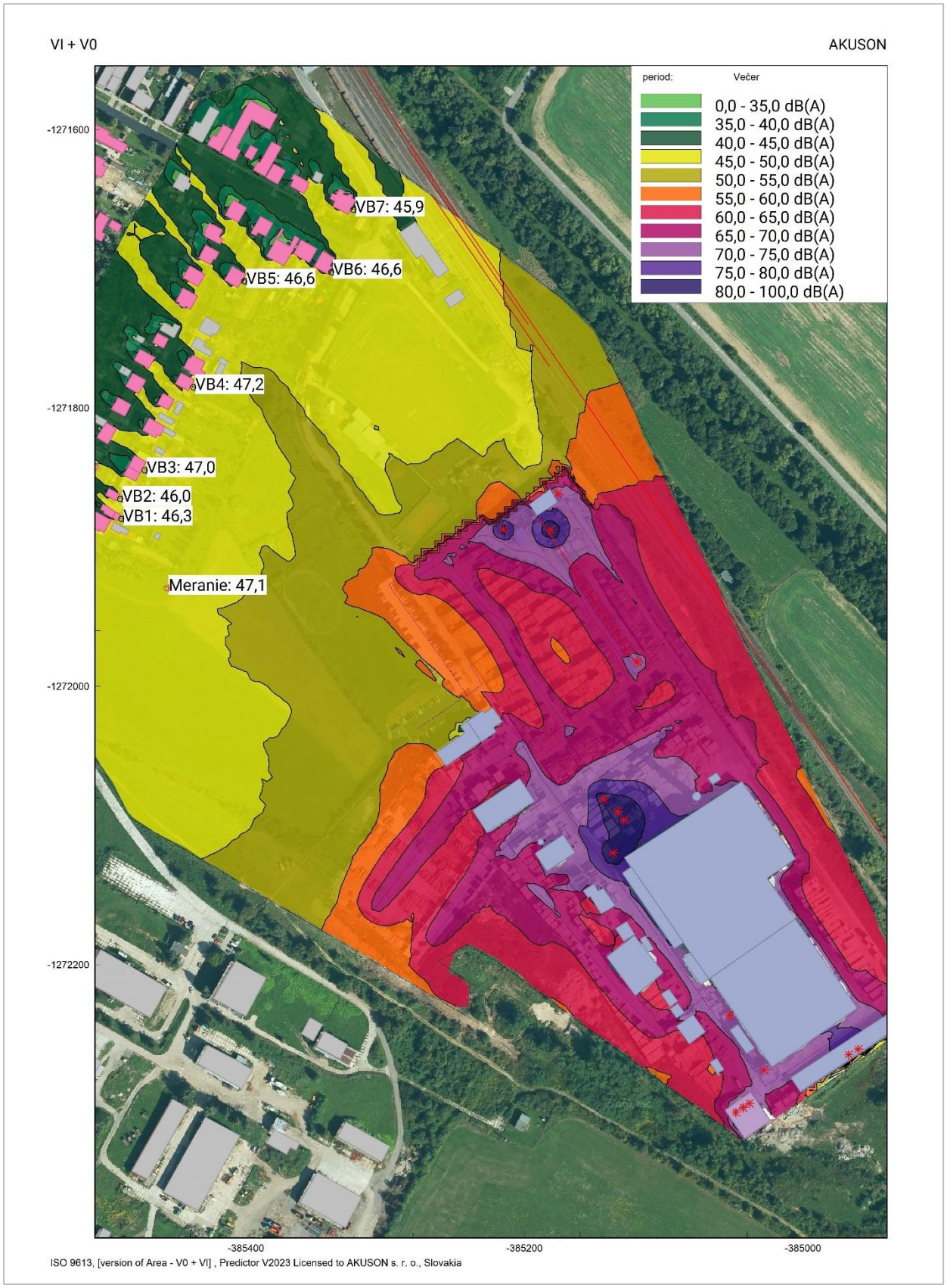
Na obrázkoch **č. 27, 28 a 29** sú vyobrazené **analytické hlukové mapy**, ktoré zobrazujú pásma pre hluk z iných zdrojov do 50 dB pre „deň a večer" a pásmo do 45 pre „noc".



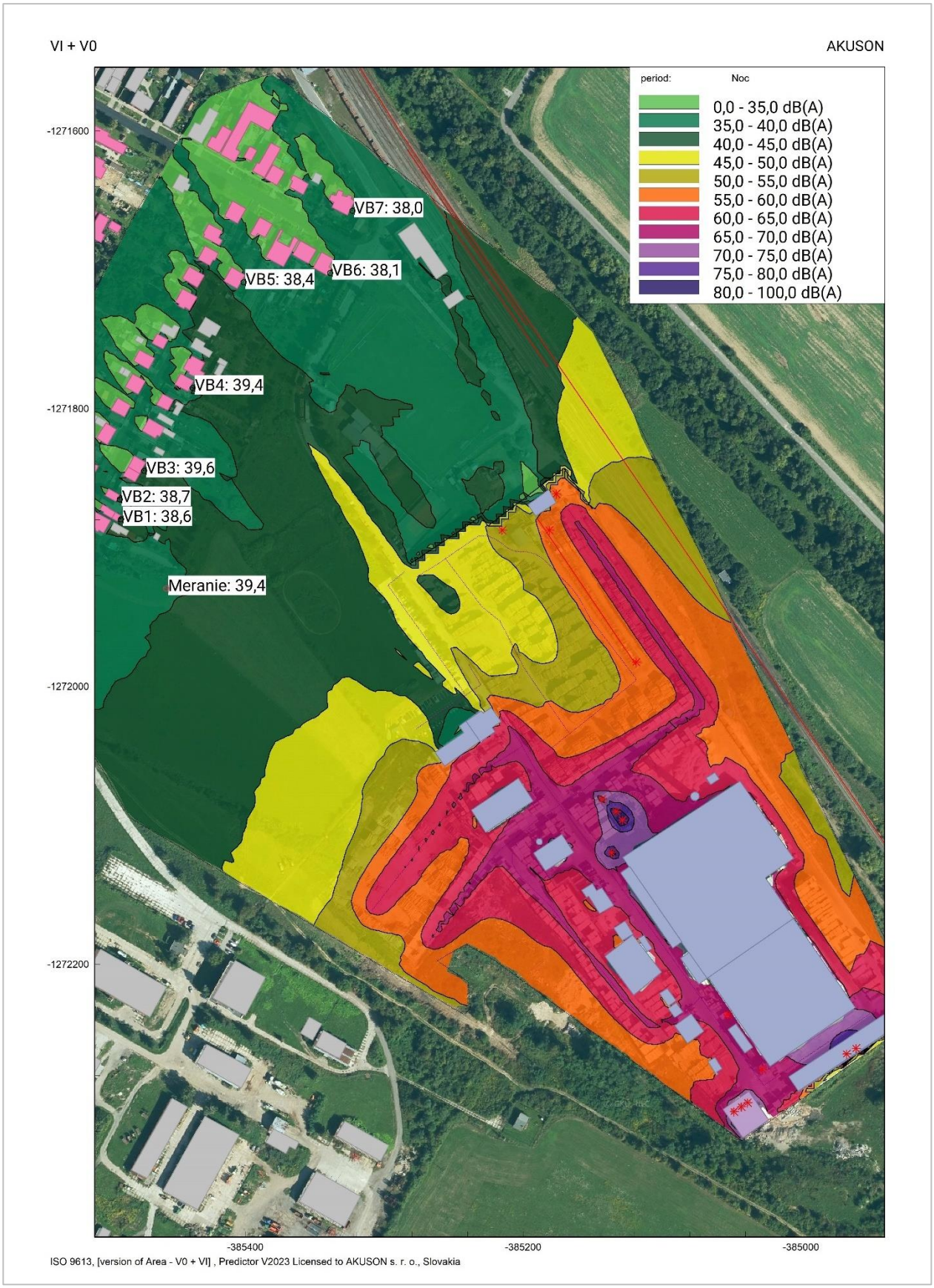
OBR. 23 Zobrazenie plošnej hlukovej mapy ekvivalentných hladín *(A)* zvuku vo výške 4,0 m nad terénom. Izoplochy sú delené po 5 dB. Hluková mapa zohľadňuje referenčné časové intervaly **„deň, večer a noc“ – Variant I – navrhovaný stav (kotolňa na biomasu)**



OBR. 24 Zobrazenie plošnej hlukovej mapy ekvivalentných hladín *(A)* zvuku vo výške 4,0 m nad terénom. Izoplochy sú delené po 5 dB. Hluková mapa zohľadňuje referenčný časový interval **„deň" – Variant I + Variant 0**



OBR. 25 Zobrazenie plošnej hlukovej mapy ekvivalentných hladín *(A)* zvuku vo výške 4,0 m nad terénom. Izoplochy sú delené po 5 dB. Hluková mapa zohľadňuje referenčný časový interval **„večer" – Variant I + Variant 0**



OBR. 26 Zobrazenie plošnej hlukovej mapy ekvivalentných hladín *(A)* zvuku vo výške 4,0 m nad terénom. Izoplochy sú delené po 5 dB. Hluková mapa zohľadňuje referenčný časový interval **„noc" – Variant I + Variant 0**



OBR. 27 Zobrazenie plošnej hlukovej mapy ekvivalentných hladín *(A)* zvuku vo výške 4,0 m nad terénom v referenčnom časovom intervale „deň". Izoplochy sú delené od 0 do 50 dB (zelená farba) a od 50 do 100 dB (ružová farba). **Zelená farba zobrazuje vyhovujúce územie**



OBR. 28 Zobrazenie plošnej hlukovej mapy ekvivalentných hladín *(A)* zvuku vo výške 4,0 m nad terénom v referenčnom časovom intervale „večer". Izoplochy sú delené od 0 do 50 dB (zelená farba) a od 50 do 100 dB (ružová farba). **Zelená farba zobrazuje vyhovujúce územie**



OBR. 29 Zobrazenie plošnej hlukovej mapy ekvivalentných hladín *(A)* zvuku vo výške 4,0 m nad terénom v referenčnom časovom intervale „noc". Izoplochy sú delené od 0 do 50 dB (zelená farba) a od 50 do 100 dB (ružová farba). **Zelená farba zobrazuje vyhovujúce územie**

8.3 | Vyhodnotenie výsledkov

V tabuľke č. 22 a 23 sa nachádza zhrnutie výsledkov predikovaných ekvivalentných hladín *A* zvuku v danom území a ich porovnanie s prípustnými hodnotami pre súčasný stav (Variant 0) a pre navrhovaný stav (Variant I).

Variant 0 – súčasný stav:

TAB. 22 Vyhodnotenie predikovaných ekvival. hladín *A* zvuku pre deň, večer a noc (súčasný stav)

Výpočtový bod	Výška VB [m]	Predikovaná ekvivalentná hladina *A* zvuku $L_{Aeq,T}$ [dB]	Neistota predikcie *U* [dB]	Posudzovaná hodnota $L_{R,Aeq,T}$ [dB]	Prípustná hodnota $L_{A,eq,p}$ [dB]
Deň = 12 hod					**50 dB**
VB 1	4,0	45,1	2,0	47,1	Nie je prekročená
VB 2		44,7		46,7	Nie je prekročená
VB 3		45,7		47,7	Nie je prekročená
VB 4		46,3		48,3	Nie je prekročená
VB 5		45,7		47,7	Nie je prekročená
VB 6		45,8		47,8	Nie je prekročená
VB 7		44,9		46,9	Nie je prekročená
Večer = 4 hod					**50 dB**
VB 1	4,0	46,3	2,0	48,3	Nie je prekročená
VB 2		45,9		47,9	Nie je prekročená
VB 3		46,9		48,9	Nie je prekročená
VB 4		47,2		49,2	Nie je prekročená
VB 5		46,6		48,6	Nie je prekročená
VB 6		46,6		48,6	Nie je prekročená
VB 7		45,9		47,9	Nie je prekročená
Noc = 8 hod					**45 dB**
VB 1	4,0	38,2	2,0	40,2	Nie je prekročená
VB 2		38,4		40,4	Nie je prekročená
VB 3		39,4		41,4	Nie je prekročená
VB 4		39,3		41,3	Nie je prekročená
VB 5		38,3		40,3	Nie je prekročená
VB 6		38,0		40,0	Nie je prekročená
VB 7		37,9		39,9	Nie je prekročená

VB | výpočtový bod nad terénom **[m]**
$L_{Aeq,T}$ | predikovaná ekvivalentná hladina *(A)* zvuku **[dB]**
U | neistota predikcie **[dB]**
$L_{R,Aeq}$ | predpokladaná hodnota určujúcej veličiny vrátane príslušnej neistoty **[dB]**
$L_{A,eq,p}$ | prípustná hodnota určujúcich veličín hluku vo vonkajšom prostredí pre hluk z iných zdrojov **[dB]**

Variant I – navrhovaný stav:

TAB. 23 Vyhodnotenie predikovaných ekvival. hladín *A* zvuku pre deň, večer a noc (navrhovaný stav – Kotolňa na Biomasu)

Výpočtový bod	Výška VB [m]	Predikovaná ekvivalentná hladina *A* zvuku $L_{Aeq,T}$ [dB]	Neistota predikcie *U* [dB]	Posudzovaná hodnota $L_{R,Aeq,T}$ [dB]	Prípustná hodnota $L_{A,eq,p}$ [dB]
Deň = 12 hod					**50 dB**
VB 1	4,0	45,2	2,0	47,2	Nie je prekročená
VB 2		44,8		46,8	Nie je prekročená
VB 3		45,8		47,8	Nie je prekročená
VB 4		46,3		48,3	Nie je prekročená
VB 5		45,8		47,8	Nie je prekročená
VB 6		45,8		47,8	Nie je prekročená
VB 7		44,9		46,9	Nie je prekročená
Večer = 4 hod					**50 dB**
VB 1	4,0	46,3	2,0	48,3	Nie je prekročená
VB 2		46		48,0	Nie je prekročená
VB 3		47		49,0	Nie je prekročená
VB 4		47,2		49,2	Nie je prekročená
VB 5		46,6		48,6	Nie je prekročená
VB 6		46,6		48,6	Nie je prekročená
VB 7		45,9		47,9	Nie je prekročená
Noc = 8 hod					**45 dB**
VB 1	4,0	38,6	2,0	40,6	Nie je prekročená
VB 2		38,7		40,7	Nie je prekročená
VB 3		39,6		41,6	Nie je prekročená
VB 4		39,4		41,4	Nie je prekročená
VB 5		38,4		40,4	Nie je prekročená
VB 6		38,1		40,1	Nie je prekročená
VB 7		38		40,0	Nie je prekročená

VB | výpočtový bod nad terénom **[m]**
$L_{Aeq,T}$ | predikovaná ekvivalentná hladina *(A)* zvuku **[dB]**
U | neistota predikcie **[dB]**
$L_{R,Aeq}$ | predpokladaná hodnota určujúcej veličiny vrátane príslušnej neistoty **[dB]**
$L_{A,eq,p}$ | prípustná hodnota určujúcich veličín hluku vo vonkajšom prostredí pre hluk z iných zdrojov **[dB]**

8.4 | Porovnanie výsledkov

V tabuľke č. 24 sa nachádza zhrnutie výsledkov pre Variant 0 (súčasný stav) a Variant I (navrhovaný stav).

TAB. 24 Teoretický prírastok vypočítaných ekvivalentných hladín *A* zvuku pre prevádzku – kotolňa na biomasu

Výpočtový bod	Variant 0 [dB]			Variant I [dB]			Prírastok hluku VI – V0 [dB]		
	Deň	Večer	Noc	Deň	Večer	Noc	Deň	Večer	Noc
VB 1	47,1	48,3	40,2	47,2	48,3	40,6	0,1	0,0	0,4
VB 2	46,7	47,9	40,4	46,8	48,0	40,7	0,1	0,1	0,3
VB 3	47,7	48,9	41,4	47,8	49,0	41,6	0,1	0,1	0,2
VB 4	48,3	49,2	41,3	48,3	49,2	41,4	0,0	0,0	0,1
VB 5	47,7	48,6	40,3	47,8	48,6	40,4	0,1	0,0	0,1
VB 6	47,8	48,6	40,0	47,8	48,6	40,1	0,0	0,0	0,1
VB 7	46,9	47,9	39,9	46,9	47,9	40,0	0,0	0,0	0,1

VB | výpočtový bod

Z hodnôt ekvivalentných hladín *A* zvuku uvedených v tabuľke č. 24 vyplýva, že vo výpočtových bodoch **dôjde** k minimálnemu **nárastu hluku** vplyvom nových zdrojov hluku v areáli PRP rozšírením prevádzky o Kotolňu na biomasu.

9 | Záver

Predmetom hlukovej štúdie bolo posúdenie hluku z navrhovanej činnosti v **prevádzke PRP, s.r.o.** na najbližšie chránené obytné územie.

Na základe vykonaných vstupných meraní hluku a predikcie hlukových pomerov v rozsahu požiadaviek vyhlášky *MZ SR č. 549/2007 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a o požiadavkách na objektivizáciu hluku, infrazvuku a vibrácií v životnom prostredí* a zákona č. *355/2007 Z. z. o ochrane a podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov*, môžeme konštatovať, že v súčasnosti **(Variant 0) nedochádza k prekračovaniu prípustných hodnôt** pre územie II. kategórie, pre časové úseky „**deň, večer a noc**".

Na základe vykonanej predikcie hlukových pomerov a porovnania predpokladanej hodnoty určujúcej veličiny s prípustnými hodnotami **môžeme predpokladať**, že vplyvom navrhovanej činnosti **(Variant I)** v priľahlom obytnom prostredí **nebude dochádzať** k **prekračovaniu prípustných hodnôt** určujúcich veličín hluku pre hluk z iných zdrojov v referenčných časových intervaloch „**deň, večer a noc**" **v zmysle vyhlášky *MZ SR č. 549/2007 Z. z.***, *ktorou sa ustanovujú podrobnosti o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a o požiadavkách na objektivizáciu hluku, infrazvuku a vibrácií v životnom prostredí.*

> Výsledky predikcie a stanovenia predpokladanej hodnoty určujúcej veličiny platia za uvedených podmienok predikcie a to za situácie v zmysle opisov zdrojov hluku podľa tabuliek č. 9, 10, 11, 12, 13 ,14 a 15 tohto dokumentu.

Správu preskúmal

Mgr. Martina Š N A J N A R O V Á | manažér kvality

AKUSON s.r.o.
Radvanská 10, 811 01 Bratislava
IČO: 47193611
IČ DPH: SK2023794069

Podpis: _____

Správu vypracoval, schválil a za správnosť výsledkov zodpovedá

Ing. Mgr. Radovan R I M S K Ý | akustik

Podpis: _____

V Bratislave dňa 07.06.2023

° ° ° ° ° ° Koniec hlukovej štúdie ° ° ° ° ° °

PRÍLOHA 1 Osvedčenie o odbornej spôsobilosti

ÚRAD VEREJNÉHO ZDRAVOTNÍCTVA SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Trnavská cesta 52
P.O.BOX 45
826 45 Bratislava

Vaša značka/zo dňa	**Naša značka**	**Vybavuje**	**Bratislava**
- / -	OOD/5357/2020	Bc. Čmehílová	06.07.2020

VEC
Osvedčenie o odbornej spôsobilosti - oprava

Úrad verejného zdravotníctva Slovenskej republiky na základe žiadosti menovaného zo dňa 25.06.2020 opravuje osvedčenie o odbornej spôsobilosti č. OOD/1807/2016 zo dňa 28.11.2016 nasledovne:

Titul, meno a priezvisko: **Ing. Mgr. Radovan Rimský**

Táto oprava osvedčenia o odbornej spôsobilosti je neoddeliteľnou súčasťou osvedčenia o odbornej spôsobilosti č. OOD/1807/2016 zo dňa 28.11.2016.

S pozdravom

ÚRAD VEREJNÉHO ZDRAVOTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY
826 45 BRATISLAVA, TRNAVSKÁ CESTA 52
- 58 -

Mgr. RNDr. MUDr. Ján Mikas, PhD.
hlavný hygienik Slovenskej republiky

doc. MUDr. Jana Hamade, PhD., MPH, MHA
vedúca sekcie ochrany a podpory zdravia
a špecializovaných činností

IČO: 00607 223
DIČ: 2020878090
Tel.: 00421 2 49 28 4 368
Fax: 00421 2 44 37 2 641
e-mail: osvedcenia@uvzsr.sk
internet: www.uvzsr.sk

ÚRAD VEREJNÉHO ZDRAVOTNÍCTVA SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Trnavská cesta 52
P.O.BOX 45
826 45 Bratislava

Číslo: OOD/1807/2016
Dátum: 28.11.2016

OSVEDČENIE O ODBORNEJ SPÔSOBILOSTI

vydané podľa § 15 a § 16 zákona č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov

Titul, meno a priezvisko: **Mgr. Radovan Rimský**

Dátum a miesto narodenia: **10.08.1987, Spišská Nová Ves**

Adresa trvalého pobytu: **Hrnčiarská 1/1, 052 01 Spišská Nová Ves**

na kvalitatívne a kvantitatívne zisťovanie faktorov životného prostredia a pracovného prostredia na účely posudzovania ich možného vplyvu na zdravie.

Dátum a miesto vykonania skúšky: 28.11.2016 pred skúšobnou komisiou Úradu verejného zdravotníctva Slovenskej republiky, zriadenou dňa 05. 12. 2007 pod č. ZHHSR/10095/2007, v znení dodatkov.

Menovaný je odborne spôsobilý vykonávať meranie hluku.

Predseda skúšobnej komisie: **Ing. Danka Šimonyiová**

ÚRAD VEREJNÉHO ZDRAVOTNÍCTVA SLOVENSKEJ REPUBLIKY -2-

Mgr. RNDr. MUDr. Ján Mikas, PhD., MPH, MHA
hlavný hygienik Slovenskej republiky

Správny poplatok uhradený v zmysle zákona č. 145/1995 Z. z. o správnych poplatkoch v znení neskorších predpisov.

F-PO-11/6

PRÍLOHA 2 Osvedčenie o absolvovaní školenia

SVM tech www.svmtech.cz

OSVĚDČENÍ

Radovan Rimský

Absolvoval (a)
školení na téma

Akustické výpočty průmyslových zdrojů v interiéru a exteriéru

Online školení, 17. září 2020

Tomáš Vojtěch
SVMTech s.r.o.

Radovan Zadražil
SVMTech s.r.o.