ROZPTYLOVÁ ŠTÚDIA

emisií amoniaku z farmy Budmerice

Posúdenie jestvujúceho stavu a stavu po zrealizovaní navrhovanej zmeny činnosti

Zmena projektovanej kapacity odchovu mládok, farma Budmerice

Vypracovala: ---------- ----------
Ing. Hana Hanuljaková Ing. Alena Popovičová, PhD.

Júl 2023

Obsah

1. Dôvod vypracovania 4
2. Identifikačné údaje 4
3. Predmet posudzovania 4
4. Charakteristika predmetu posudzovania 4
4.1. Umiestnenie prevádzky 4
4.2. Základné údaje o predmete posudzovania 5
4.3. Klimatické pomery 6
5. Vstupné údaje pre výpočet vplyvu na imisnú situáciu 8
5.1. Emisné pomery 8
5.1.1. Súčasná situácia 8
5.1.2. Budúca situácia 9
5.2. Modelovanie emisií 9
6. Výsledky výpočtu 10
6.1. Imisná situácia pred realizáciou plánovaných zmien 10
6.2. Imisná situácia po realizácii plánovaných zmien 12
7. Závery vyplývajúce z výsledkov posúdenia 15
Literatúra 17



Skratky

BAT	Best Available Technology
NH_3	amoniak
UTM	Universal Transverse Mercator
ZZOv	zdroj znečisťovania ovzdušia

1. Dôvod vypracovania štúdie

Dôvodom vypracovania rozptylovej štúdie je posúdenie environmentálnych vplyvov navrhovanej činnosti na imisnú situáciu v jej okolí.

Cieľom rozptylovej štúdie je zhodnotenie vplyvu navýšenia projektovanej kapacity odchovu mládok na farme Budmerice na kvalitu ovzdušia v predmetnej oblasti a v okolí hodnoteného zdroja znečisťovania ovzdušia ZZOv. Vplyv zmien je vyhodnocovaný pomocou imisno-prenosového matematického disperzného modelu AERMOD VIEW pre porovnanie súčasného stavu prevádzky a stavu prevádzky po realizácii navrhovanej zmeny, ktorá je predmetom posudzovania vplyvov na životné prostredie.

Matematickým modelom sú vypočítané príspevky ako maximálne krátkodobé (hodinové) a priemerné (ročné) koncentrácie amoniaku. Výsledky sú spracované grafickou formou tzv. izočiar koncentrácií amoniaku v okolí hodnoteného zdroja pre súčasný a nový (budúci) stav.

2. Identifikačné údaje hodnoteného zdroja znečisťovania ovzdušia

Prevádzkovateľ:	**MACH HYDINA BUDMERICE, s.r.o.** Budmerice 780, 900 86 Budmerice Slovenská republika
IČO:	35850809
Názov ZZOv:	Farma Budmerice
Katastrálne územie	Budmerice
Par. čísla pozemkov	2616/49; 2616/50; 2616/51 – zastavané plochy a nádvoria
Modelované znečisťujúce látky:	Amoniak

3. Predmet posudzovania

Farma Budmerice – rodičovský odchov mládok. Z hľadiska kategorizácie zdroja znečisťovania ovzdušia v zmysle prílohy č. 1 k vyhláške MŽP SR č. 248/2023 Z.z. je farma Budmerice kategorizovaná ako veľký zdroj znečisťovania:

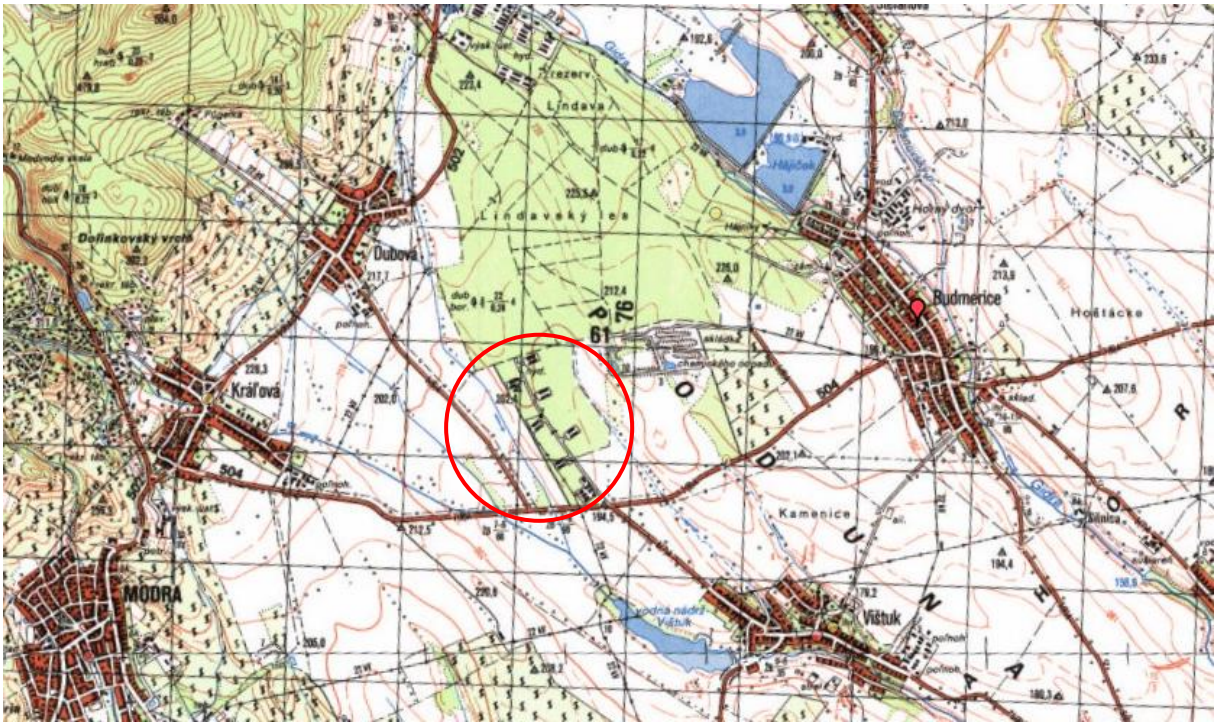
6. OSTATNÝ PRIEMYSEL A ZARIADENIA
6.12.1 Chov hospodárskych zvierat s projektovaným počtom chovných miest
Písm. c) Hydina – viac ako 40 000 ks – veľký zdroj znečisťovania ovzdušia

4. Charakteristika predmetu posudzovania

4.1. Umiestnenie prevádzky

Farma Budmerice sa nachádza v katastrálnom území obce Budmerice v okrese Pezinok v Bratislavskom kraji. V blízkosti areálu sa zo západnej strany nachádza letisko Dubová, z južnej strany sa nachádza poľnohospodársky využívaná pôda, zo severu lesnatý porast. Severovýchodne, vo vzdialenosti 1 km od farmy leží skládka chemického odpadu. Farma Budmerice sa nachádza v nadmorskej výške 200 m.

Obr. 1: Prehľadná situácia umiestnenia navrhovanej činnosti v mierke 1 : 50 000



Obrázok 1: Prehľadná situácia umiestnenia posudzovanej činnosti v mierke 1 : 50 000

4.2. Základné údaje o predmete posudzovania

Na farme Budmerice sa uskutočňuje v jednotlivých odchovných halách uskutočňuje rodičovský chov mládok. Jestvujúca objektová sústava 15 chovných hál umožňuje riešiť chov pre 219 288 ks mládok v turnusoch. Naskladňujú sa 1 dňové kurčatá, ktoré sú rovnomerne rozmiestnené po celej ploche haly. Mládky sa vyskladňujú vo veku približne 16 týždňov 2-3 krát ročne.

Chov je prevádzkovaný na riadenej hlbokej podstielke 5 - 7 cm resp. 15-20 cm v závislosti od chovného turnusu. Na podstielku sa využíva vrstva hoblín z mäkkého dreva bez biologických prípravkov na ošetrenie. Medzi jednotlivými turnusmi a chovmi sa robí mechanická očista a dezinfekcia suchou a mokrou cestou. Mechanicky sa odstráni trus s podstielkou z hlavného priestoru, ktorý sa v hale nakladá na vlečku a bez skladovania je odvážaný zmluvným odberateľom. Vykurovacie zariadenie, vzduchotechnika, kŕmne linky a napájačky sa očistia od prachu a umyjú. Prúdom vody sa umyjú zbytky trusu, prachu a peria. Voda po umytí hál steká do centrálneho zberača kanalizácie v strede každej haly a odtiaľ sa prečerpá do pripraveného cisternového vozidla a vyvezie sa mimo farmu na základe zmluvy. Po umytí hál sa vykoná mokrá dezinfekcia, rozvrství sa podstielka, pripraví technológia a vykoná plynová dezinfekcia. Uhynuté zvieratá sú uskladnené v uzatvárateľných kontajneroch v zastrešenom a uzamykateľnom priestore s pravidelným odvozom zmluvným partnerom, resp. po telef. požiadavke do 24 h.

Pri každej chovnej hale sú umiestnené silá s objemom 20 m^3 na skladovanie a dávkovanie sypkých kŕmnych zmesí. Naskladnenie do zásobníka sa realizuje pneumatickou cestou bez vzniku tuhých emisií. Technológia kŕmenia je realizovaná z príručných síl poloautomatickými dávkovačmi krmív. Doprava krmiva zo zásobníkov k hydine je zabezpečená dopravníkmi, posúvanie krmiva je automatické. Krmivo je rovnomerne rozsýpané do podstielky alebo sa používajú kŕmne linky v závislosti od inštalovaného zariadenia. Dodávané krmivo obsahuje enzymatické prípravky, ktoré zlepšujú konverziu krmiva, zvyšujú stráviteľnosť fosforu a zadržujú a upevňujú väzbu dusíkatých

látok na trus. Do krmiva sú pridávané biotechnologické prípravky pre zníženie emisií amoniaku a zápachu. Zloženie a obsah živín, proteínov a ostatných nutričných hodnôt v kŕmnej dávke je optimalizované podľa veku mládok. V prípade nosníc je zloženie a obsah živín podľa veku a obdobia tzv. fázové kŕmenie.

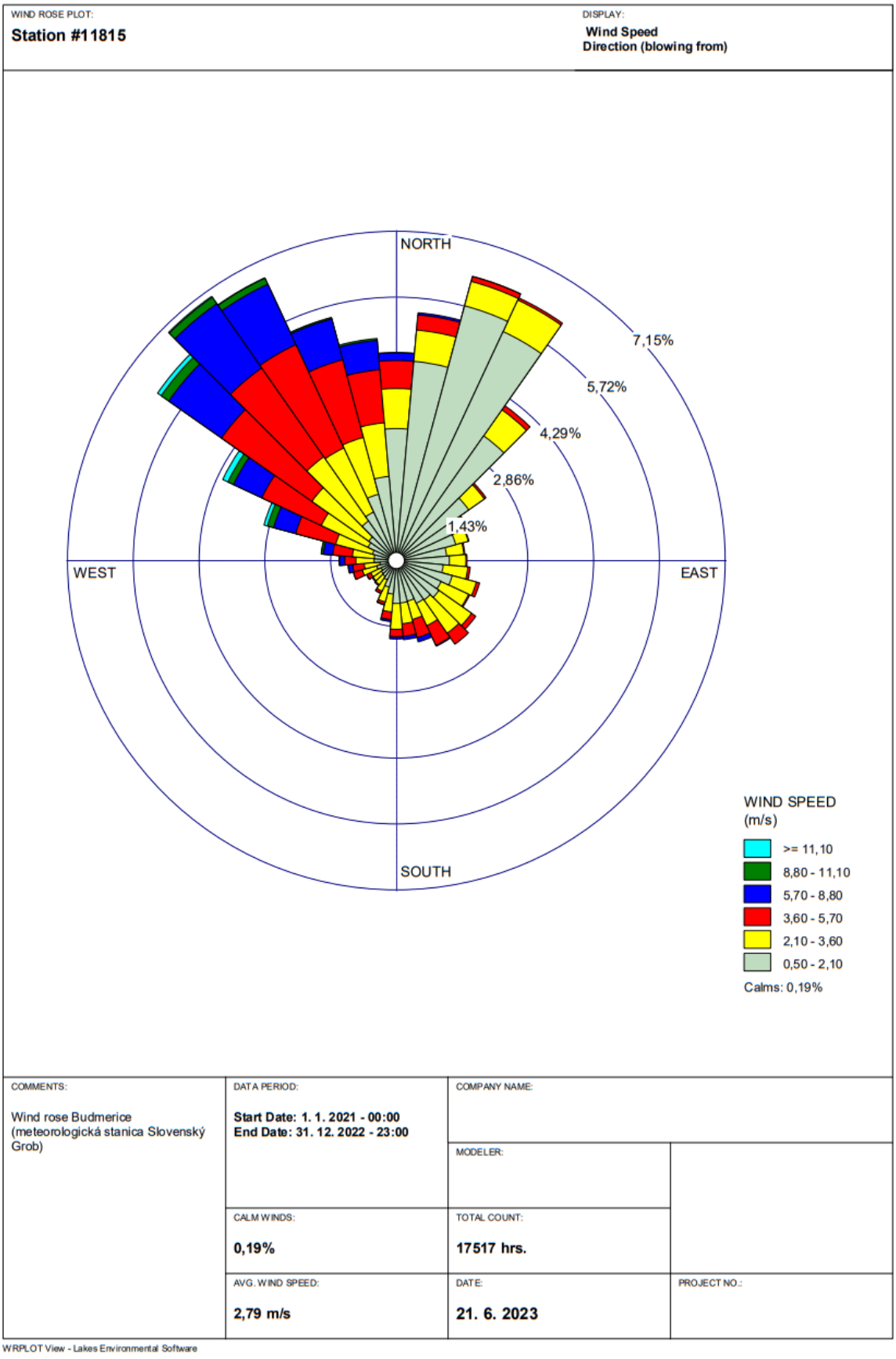
Vzduchotechnika je riešená tak, aby boli splnené hygienické požiadavky, aby bola zabezpečená mikroklíma v priestore ustajnenia a aby boli zabezpečené dobré životné podmienky zvierat. Nútené odvetranie priestoru je podtlakovými axiálnymi ventilátormi. Ovládanie je automatické. Riadenie vetrania a vykurovania je zabezpečené počítačovou jednotkou so snímačmi. Prevádzka využíva úsporné svietidlá. Vykurovanie je zaistené pomocou plynových teplovzdušných agregátov. Prevádzka má dva záložné zdroje elektrickej energie – dieselagregáty na spaľovanie motorovej nafty.

4.3. Klimatické pomery hodnoteného územia

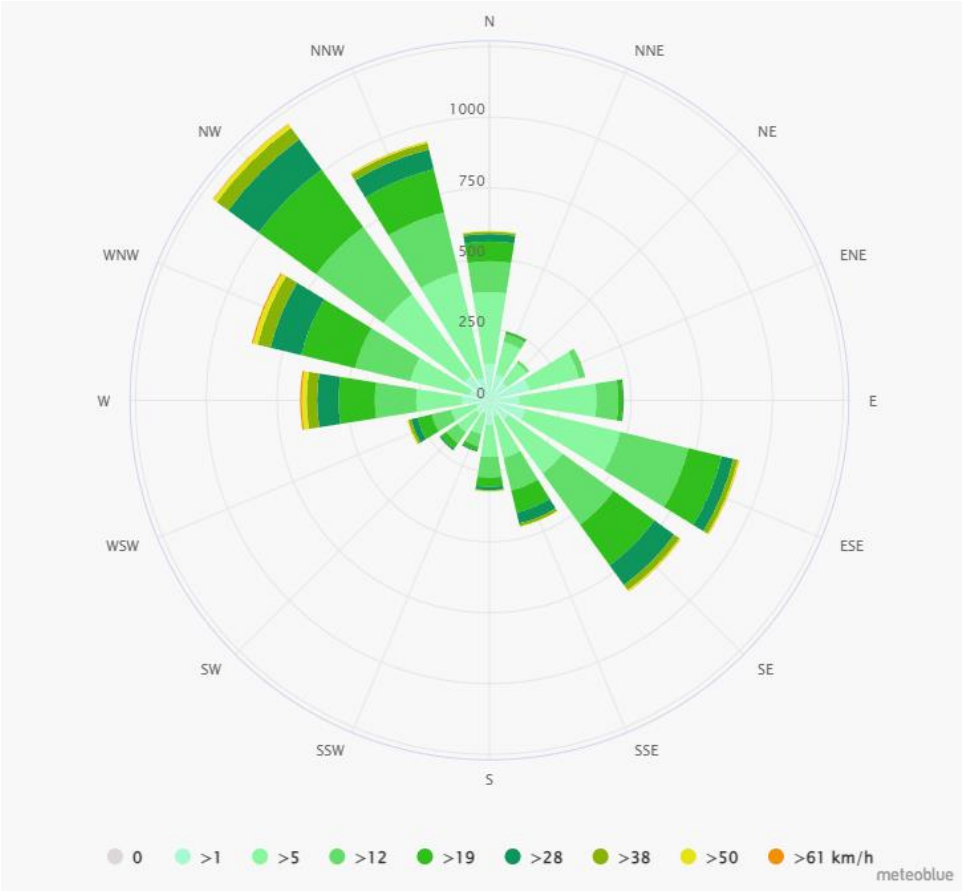
Územie obce Budmerice sa nachádza na rozhraní oceánskeho a kontinentálneho typu klímy v rámci mierneho podnebného pásma. Dotknuté územie patrí do klimatického regiónu veľmi teplého, veľmi suchého, nížinného s priemernou teplotou za vegetačné obdobie 16 – 17°C a do teplého veľmi suchého nížinného s priemernou teplotou za vegetačné obdobie 15 – 17°C. Dĺžka slnečného svitu je okolo 2100 hodín ročne. Ročný úhrn zrážok osciluje okolo 373 mm. Priemerne je 120 dní so zrážkami. Snehová prikrývka s priemernou hrúbkou 40 cm trvá na území obce cca 50 dní.

Budmerice sa nachádzajú v blízkosti pohoria Malé Karpaty, ktoré tvoria súvislú prekážku severozápadným vetrom, ktoré sú v tejto oblasti prevládajúce. Z toho dôvodu dochádza na záveternej strane k zvýšeniu ich rýchlosti a nárazovitosti. Priemerná rýchlosť vetra v tejto oblasti dosahuje 2,8 m/s, pričom ide o relatívne dobre ventilovanú časť s nízkym výskytom bezvetria. Vzhľadom na svoju polohu má dané územie vhodné veterné podmienky na rozptyl znečisťujúcich látok v ovzduší.

Údaje pre model boli brané z najbližšej meteorologickej stanice v Slovenskom Grobe, nachádzajúcej sa približne 13 km od analyzovanej oblasti. Na obrázku č. 1 možno vidieť veternú ružicu vyhotovenú z dát poskytnutých Slovenským hydrometeorologickým ústavom za roky 2021 a 2022, ktoré boli použité aj pri modelovaní. Na obrázku č.2 je zobrazená veterná ružica vyhodnocovaná z 30-ročnej histórie podľa stránky meteoblue.com. Na základe týchto údajov možno vidieť, ako súčasná zmena klímy ovplyvňuje okrem teplôt aj smery či rýchlosti vetra.



Obrázok 2: Veterná ružica Slovenský Grob pre obdobie rokov 2021 – 2022



Obrázok 3: Veterná ružica Slovenský Grob - 30 ročná história podľa meteoblue.com

5. Vstupné údaje pre výpočet vplyvu na imisnú situáciu

5.1. Emisné pomery

Na výpočet emisií amoniaku boli použité emisné faktory so zohľadnením uplatňovaných nízkoemisných techník, nasledovne:

- roštová podlaha najviac do 50 %,
- bez skladovania hnoja - predaj hnoja, teda nedochádza k jeho aplikácii na polia v areáli farmy.

Celkové zníženie emisného faktora o 50% nastalo vďaka podávaniu biotechnologických prípravkov.

5.1.1. Súčasná situácia

Pre modelovanie súčasnej situácie na farme Budmerice boli modelované jednotlivé haly podľa technických dát aktuálnych v čase vypracovávania štúdie a podľa počtu chovaných mládok pre rok 2020. Haly ako zdroj emisií boli modelované ako kontinuálne (8760 hodín za rok). Jednotlivé haly, počet chovaných mládok a príslušné emisie amoniaku sú uvedené v tabuľke č.1.

Tabuľka 1: Jednotlivé haly, počet chovaných mládok a emisie NH_3 v súčasnosti

	Počet chovaných mládok (ks)	**Emisie NH_3 kg/rok**
Hala č.1	10 480	628,8
Hala č.2	10 480	628,8
Hala č.3	10 480	628,8
Hala č.4	10 480	628,8
Hala č.5	10 480	628,8
Hala č.6	10 480	628,8
Hala č.7	12 150	729
Hala č.8	12 150	729
Hala č.9	12 150	729
Hala č.10	12 150	729
Hala č.11	12 150	729
Hala č.12	12 150	729
Hala č.13	13 000	780
Hala č.14	13 000	780
Hala č.15	13 000	780
		10 486,8

5.1.2. Budúca situácia

Predmetom navrhovanej zmeny je zvýšenie chovnej kapacity hál č. 13,14 a 15. Navrhované počty mládok chovaných v jednotlivých halách a s chovom súvisiace emisie NH_3 sú uvedené v tabuľke č.2.

Tabuľka 2: Jednotlivé haly, počet chovaných mládok a emisie NH_3 po realizácii navrhovanej zmeny

	Počet chovaných mládok (ks)	**Emisie NH_3 kg/rok**
Hala č.1	10 480	628,8
Hala č.2	10 480	628,8
Hala č.3	10 480	628,8
Hala č.4	10 480	628,8
Hala č.5	10 480	628,8
Hala č.6	10 480	628,8
Hala č.7	12 150	729
Hala č.8	12 150	729
Hala č.9	12 150	729
Hala č.10	12 150	729
Hala č.11	12 150	729
Hala č.12	12 150	729
Hala č.13	24 900	1 494
Hala č.14	29 600	1 776
Hala č.15	29 600	1 776
		13 192,8

5.2. Modelovanie rozptylu emisií

Na modelovanie rozptylu emisií amoniaku bol požitý model AERMOD View 11.2.0 vyvinutý AERMIC – (Americká meteorologická spoločnosť (AMS) a Agentúra na ochranu životného prostredia Spojených štátov amerických (US EPA)). AERMOD je gaussovský model ustáleného stavu, ktorý zahŕňa rozptyl vzduchu založený na štruktúre turbulencie planétovej hraničnej vrstvy a koncepciách škálovania, vrátane zohľadnenia povrchových aj vyvýšených zdrojov a jednoduchého aj zložitého terénu.

Existujú dva procesory vstupných údajov, ktoré sú regulačnými komponentmi modelovacieho systému AERMOD: AERMET, predprocesor meteorologických údajov, a AERMAP, predprocesor údajov o teréne. Meteorologické dáta pre obdobie dvoch rokov 2021 a 2022 boli obdržané od Slovenského hydrometeorologického ústavu SHMÚ pre meteorologickú stanicu Bratislava – letisko. Topografia územia bola generovaná s modulom SRTM1/SRTM3 s rozlíšením 100 m. Program pracuje s polohou zadanou v Universal Transverse Mercator (UTM), ktorý predstavuje rovinný súradnicový mriežkový systém pomenovaný podľa projekcie mapy, na ktorej je založený.

Pri modelovaní farmy Budmerice ako zdroj znečistenia ovzdušia bol použitý vidiecky disperzný koeficient vzhľadom na daný charakter okolitého územia - nízku zástavbu tvorenú prevažne rodinnými domami, poľnohospodársky využívanou plochou, letiskom a skládkou odpadu. Pri danom charaktere územia nedochádza k zvýšenej turbulencii a rozptylu, preto by použitie mestského disperzného koeficientu nebolo vhodné.

V nasledujúcich kapitolách sú uvedené výsledky disperzného modelu pre šírenie emisií amoniaku pre súčasnosť aj pre situáciu po realizácii navrhovaných zmien.

6. Výsledky výpočtu

6.1. Imisná situácia amoniaku pred realizáciou navrhovanej zmeny (súčasný stav)

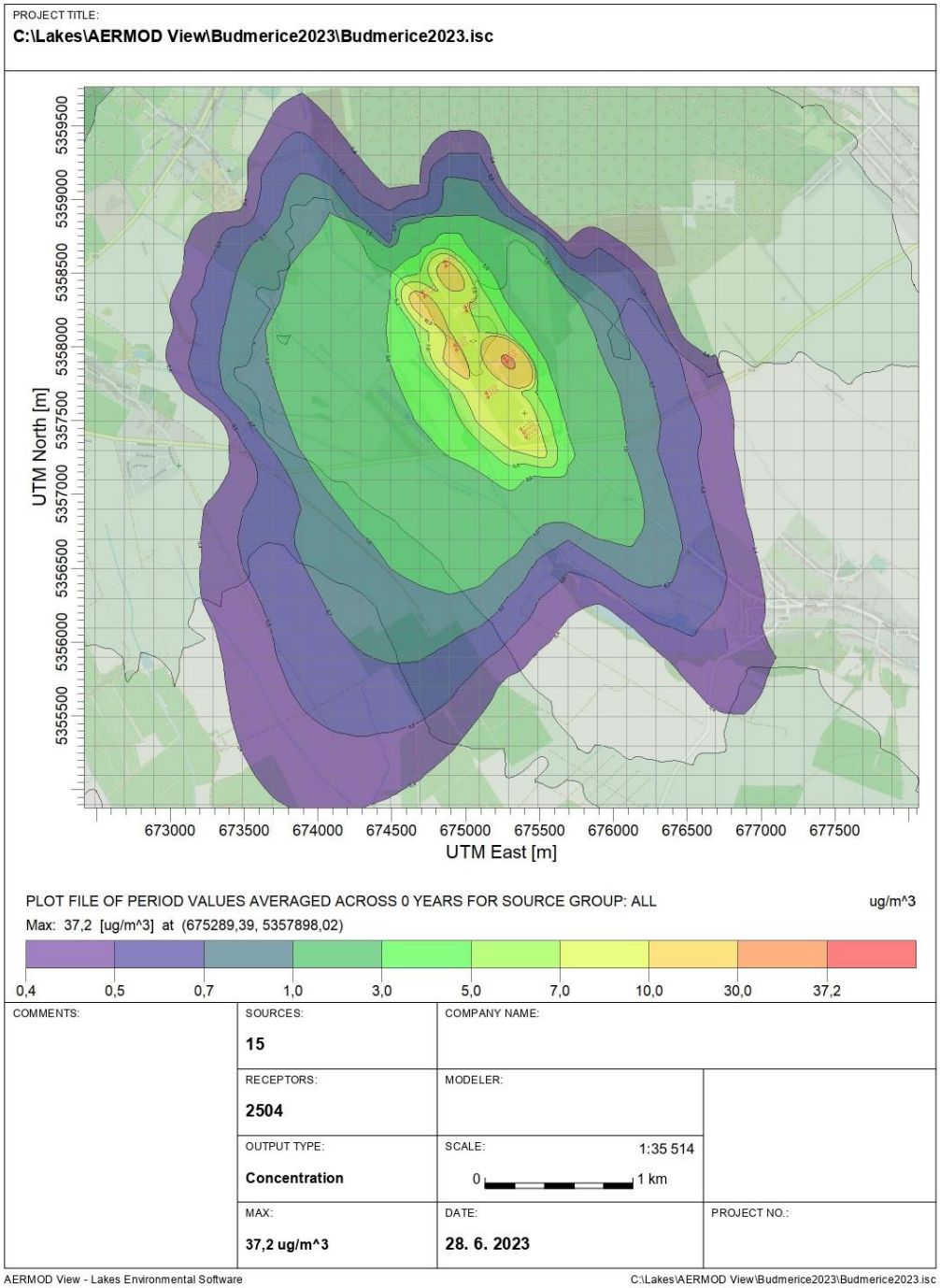
V nasledujúcej tabuľke sú zosumarizované hodnoty koncentrácií amoniaku v určených referenčných bodoch ako maximálne hodinové a priemerné ročné koncentrácie pred realizáciou navrhovanej zmeny. Ako referenčný bod bol určený bytový dom nachádzajúci sa v areáli farmy Budmerice a najbližšie obytné stavby v okolitých obciach Kráľová, Dubová a Vištuk (obr.4). Na nasledujúcich obrázkoch je zobrazený grafický výstup pre rozptyl znečistenia pre súčasnú situáciu.



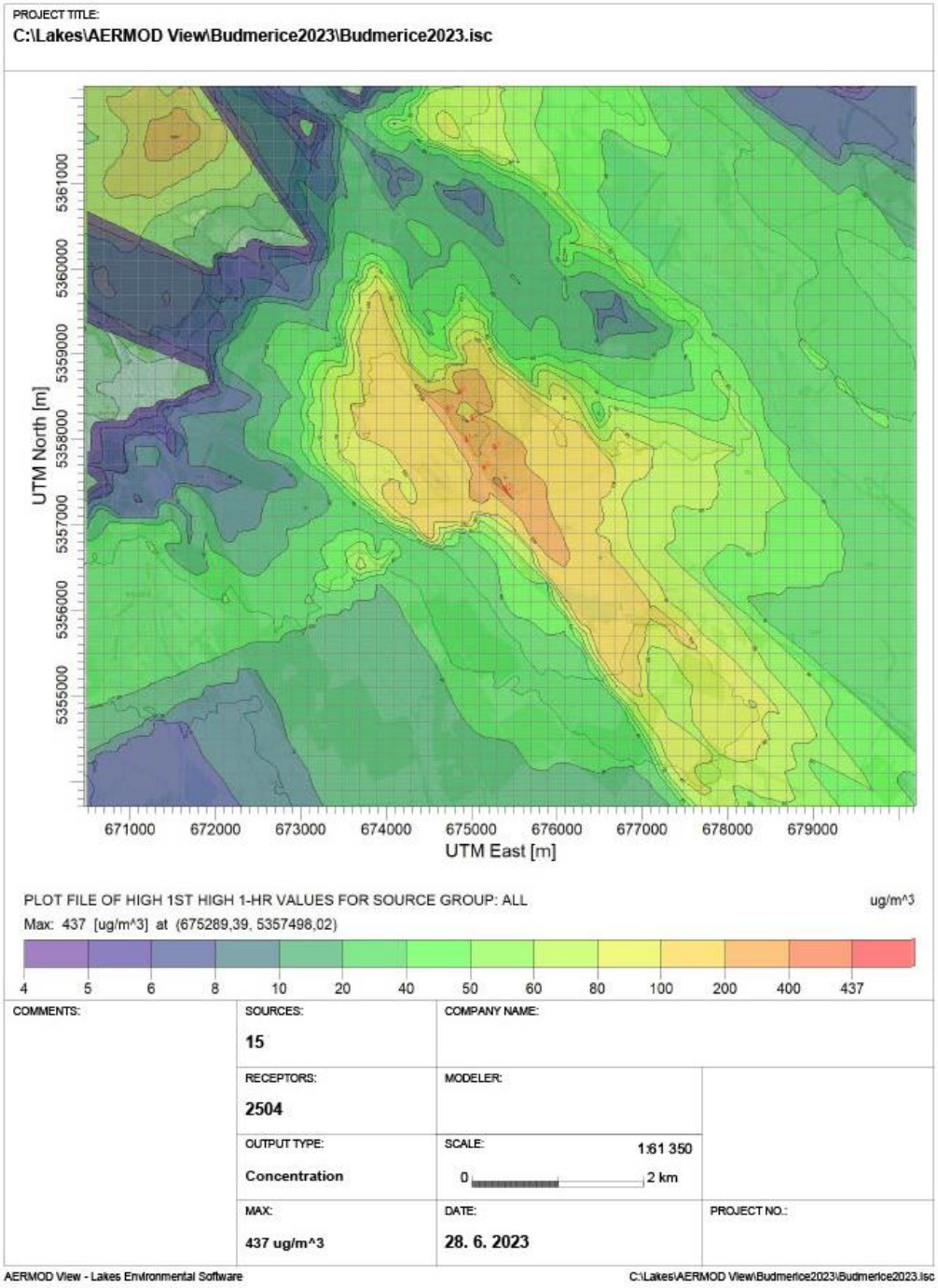
Obrázok 4: Mapa s vyznačenými referenčnými bodmi

Tabuľka 3: Hodnoty koncentrácie NH_3 v určených referenčných bodoch pred realizáciou navrhovanej zmeny

Referenčné miesto	X (UTM m)	Y (UTM m)	Maximálna hodinová koncentrácia NH_3 ($\mu g/m^3$)	Priemerná ročná koncentrácia NH_3 ($\mu g/m^3$)
Bytový dom	675400	5357550	357,594	9,220
Kráľová	673053,22	5357194,26	15,064	0,219
Dubová	673395,54	5359192,72	24,658	0,215
Vištuk	676508,97	5356616,5	120,006	0,666



Obrázok 5: Grafický výstup z disperzného modelu súčasnej situácie – kontúry koncentrácií amoniaku ako priemerné ročné hodnoty



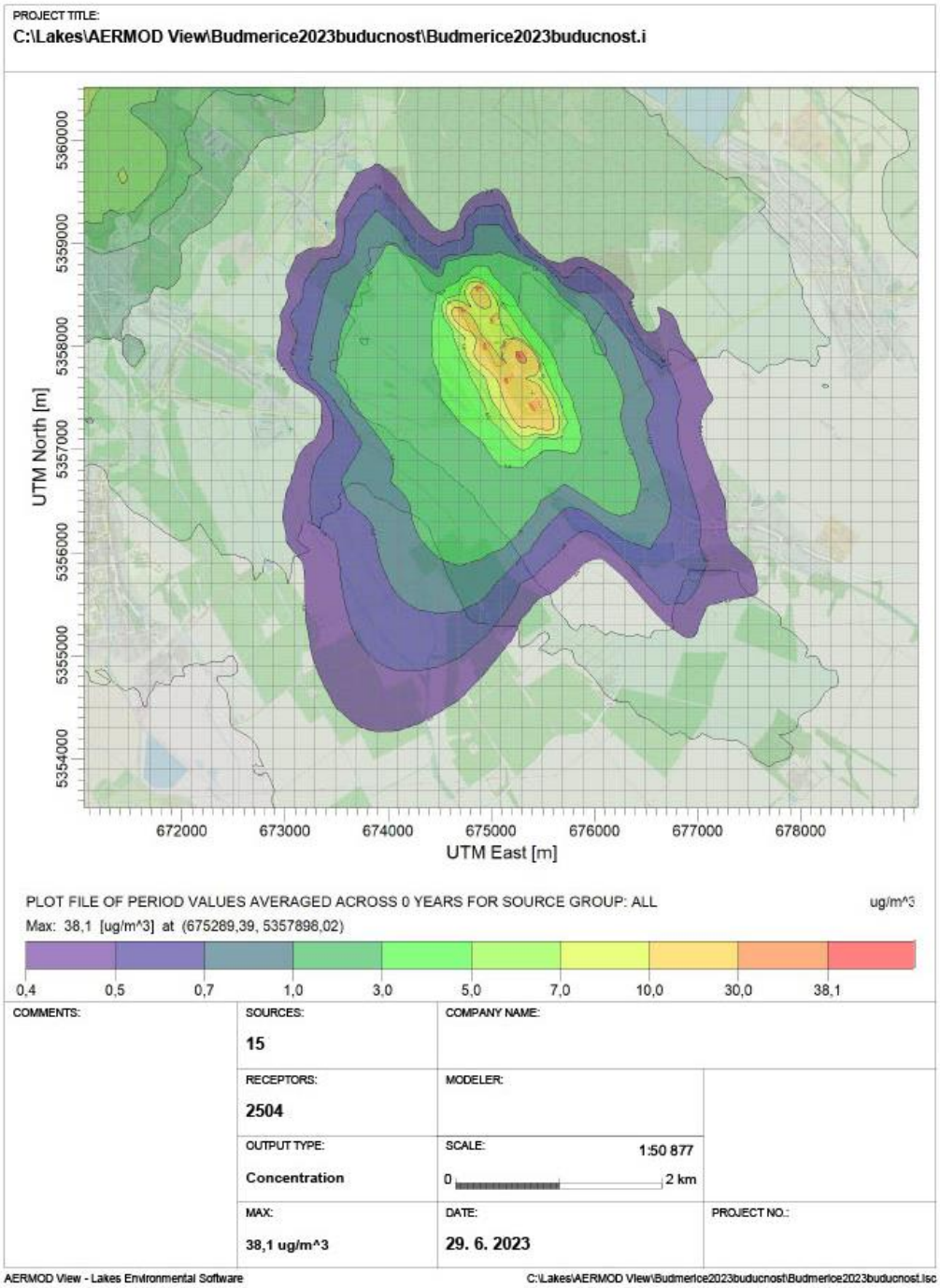
Obrázok 6: Grafický výstup z disperzného modelu súčasnej situácie – kontúry koncentrácií amoniaku ako maximálne hodinové hodnoty

6.2. Imisná situácia po realizácii navrhovanej zmeny

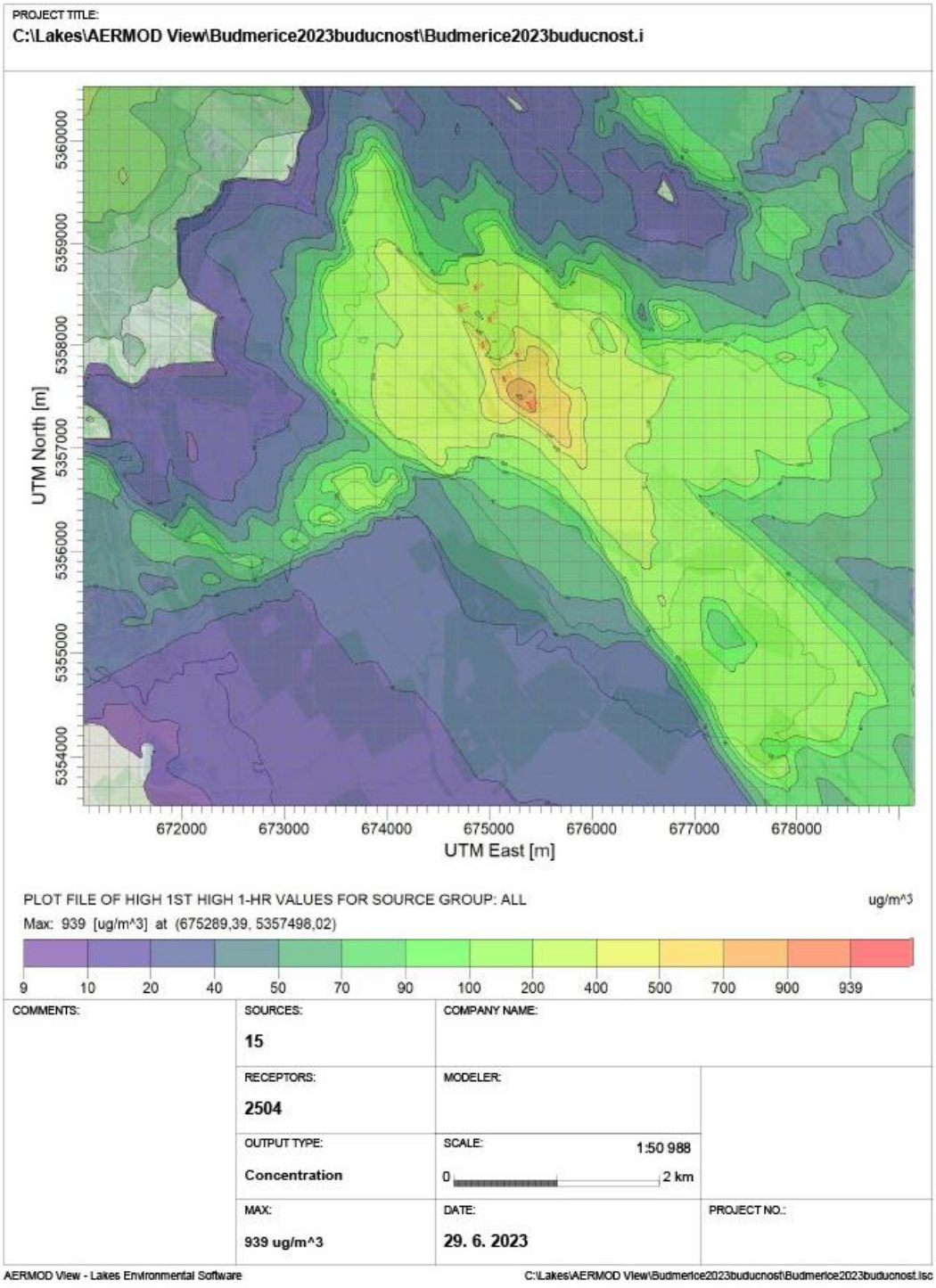
V nasledujúcej tabuľke sú zosumarizované hodnoty koncentrácií amoniaku v určených referenčných bodoch ako maximálne hodinové a priemerné ročné koncentrácie po realizácii navrhovanej zmeny. Ako referenčný bod bol určený bytový dom nachádzajúci sa v areáli farmy Budmerice a najbližšie obytné stavby v okolitých obciach Kráľová, Dubová a Vištuk. Na nasledujúcich obrázkoch je zobrazený grafický výstup pre rozptyl znečistenia pre budúcu situáciu.

Tabuľka 4: Hodnoty koncentrácie NH_3 v určených referenčných bodoch po realizácii navrhovanej zmeny

Referenčné miesto	X (UTM m)	Y (UTM m)	Maximálna hodinová koncentrácia NH_3 ($\mu g/m^3$)	Priemerná ročná koncentrácia NH_3 ($\mu g/m^3$)
Bytový dom	675400	5357550	778,558	15,953
Kráľová	673053,22	5357194,26	20,246	0,250
Dubová	673395,54	5359192,72	24,671	0,245
Vištuk	676508,97	5356616,5	208,282	0,923



Obrázok 7: Grafický výstup z disperzného modelu budúcej situácie – kontúry koncentrácií amoniaku ako priemerné ročné hodnoty



Obrázok 8: Grafický výstup z disperzného modelu budúcej situácie – kontúry koncentrácií amoniaku ako maximálne hodinové hodnoty

7. Závery vyplývajúce z výsledkov posúdenia

Cieľom rozptylovej štúdie bolo zhodnotiť vplyv navrhovanej zmeny na farme Budmerice na kvalitu ovzdušia z hľadiska šírenia emisií amoniaku v predmetnej oblasti v okolí hodnoteného zdroja. Predmetom plánovanej zmeny je navýšenie chovnej kapacity farmy, pričom sa celkový počet chovaných mládok zvýši o 45 100 ks z pôvodného počtu 174 780 ks na 219 288 ks.

Amoniak je bezfarebný plyn, ktorý pri vyšších koncentráciách dráždi oči, sliznice a dýchacie cesty. Je nositeľom silného, obťažujúceho zápachu. Údaje o prahovej koncentrácii zápachu amoniaku sa v literatúre líšia, pričom zdroje uvádzajú hodnoty 2,6 ppm [1], 5 ppm [2], niektoré štúdie zase hovoria o rozmedzí 0,04 – 57 ppm [3], prípadne mediánovej hodnote 0,05 ppm [4].

Emisie amoniaku boli stanovené použitím všeobecných emisných faktorov pre chov mládok, ktoré boli znížené z dôvodu využitia mnohých nízkoemisných techník. Na základe týchto údajov boli prostredníctvom modelu AERMOD realizované výpočty pre roky 2021 a 2022. Do úvahy boli brané priemerné ročné hodnoty a maximálne hodinové hodnoty pre situáciu pred a po realizovaní navrhovanej zmeny. Takisto boli vyhodnocované koncentrácie NH_3 pre vybrané referenčné body.

Z výsledkov pre súčasnú situáciu si zrejmé, že maximálna koncentrácia amoniaku v okolí najbližšieho objektu - bytového domu v areáli farmy, je 357,6 µg/m^3, čo predstavuje 0,513 ppm. Hodnota, ktorá je, pri zohľadnení nižších prahových koncentrácii NH_3, vnímaná ako zápach je však niekoľkonásobne vyššia: 20 ppm. Priemerná koncentrácia na tomto mieste dosahuje hodnotu 9,22 µg/m^3 (0,013 ppm), ktorá je príliš nízka na to, aby bola detekovateľná ľudským nosom. Treba však poznamenať, že v prítomnosti iných pachových látok môže dochádzať k rôznym pachovým interakciám, prípadne aj k ich vzájomnému zosilňovaniu. Na základe údajov uvádzaných v Hazadrous Chemicals Handbook [5], je hodnota, pri ktorej môže dochádzať k podráženiu očí, je 40 ppm. Fyziologické účinky expozície amoniaku na ľudský organizmus sú uvedené v nasledovnej tabuľke:

Tabuľka 5: Hodnoty koncentrácie NH_3 v ovzduší a jeho fyziologické účinky na ľudský organizmu

Koncentrácia NH_3 v ovzduší (ppm)	**Účinok na ľudský organizmu**
20	Prvý vnímateľný zápach
40	U niektorých ľudí môže vyvolať podráždenie očí
100	Viditeľné podráždenie očí a nosnej sliznice už po pár minútach expozície
400	Silné podráždenie hrdla, nosnej sliznice a horných dýchacích ciest
700	Silné podráždenie očí Pri expozícii nižšej ako 30 min nevzniká permanentné poškodenie
1 700	Vážny kašeľ, bronchospazmus Expozícii viac ako 30 min môže byť fatálna
5 000	Vážny edém, škrtenie, dusenie Expozícii je takmer okamžite fatálna

Po realizácii navrhovanej činnosti dôjde k zvýšeniu celkových ročných emisií amoniaku o viac ako 25 %. V tomto prípade sa dosahuje maximálna koncentrácia NH_3 v blízkosti bytového domu 778,6 µg/m^3, teda 0,778 ppm. Táto hodnota už môže byť vnímaná ako zápach pre väčšie percento populácie. Rovnako dôjde k zvýšeniu priemernej ročnej koncentrácie, v tomto bode konkrétne na 15,9 µg/m^3 (0,023 ppm). Z okolitých obcí je očakávaná najvyššia koncentrácie v obci Vištuk, a to konkrétne maximálna koncentrácia 208,3 µg/m^3 oproti 120,0 µg/m^3 v súčasnosti. Táto očakávaná hodnota predstavuje 0,3 ppm, teda pri nej už môže dochádzať k reálnemu vnímaniu zápachu, ktorý môže byť v prítomnosti iných pachových látok ešte výraznejší. Priemerná koncentrácia v danom bode (0,923 µg/m^3) je však dostatočne nízka, teda samotný amoniak by nemal byť detekovateľný ľudským nosom.

Sumárne zhrnutie výsledkov rozptylu emisií amoniaku pred a po realizácii navrhovanej činnosti je uvedené v nasledovnej tabuľke:

Tabuľka 6: Hodnoty koncentrácie NH_3 v určených referenčných bodoch pred realizáciou navrhovanej zmeny

Referenčné miesto	X (UTM m)	Y (UTM m)	Koncentrácia NH_3 (µg/m³)		Hodnota prvého vnímateľného zápachu			
			Maximálna hodinová	Priemerná ročná	ppm	(µg/m³)	Dosiahnuté %	
							Max. hodinová	Priemerná ročná
Bytový dom	675400	5357550	357,594	9,220	20	13 931	2,57%	0,066%
Kráľová	673053,22	5357194,26	15,064	0,219			0,11%	0,002%
Dubová	673395,54	5359192,72	24,658	0,215			0,18%	0,002%
Vištuk	676508,97	5356616,5	120,006	0,666			0,86%	0,005%

Tabuľka 7: Hodnoty koncentrácie NH_3 v určených referenčných bodoch po realizácii navrhovanej zmeny

Referenčné miesto	X (UTM m)	Y (UTM m)	Koncentrácia NH_3 (µg/m³)		Hodnota prvého vnímateľného zápachu			
			Maximálna hodinová	Priemerná ročná	ppm	(µg/m³)	Dosiahnuté %	
							Max. hodinová	Priemerná ročná
Bytový dom	675400	5357550	778,558	15,953	20	13 931	5,59%	0,115%
Kráľová	673053,22	5357194,26	20,246	0,250			0,15%	0,002%
Dubová	673395,54	5359192,72	24,671	0,245			0,18%	0,002%
Vištuk	676508,97	5356616,5	208,282	0,923			1,50%	0,007%

Z vyššie uvedených tabuliek je zrejmé, že ani po realizácii navrhovanej činnosti nebude presiahnutá hodnota vnímateľného zápachu ani v jednom vo zvolených referenčných bodov. V prípade obytného domu, ktorý je najbližšie k farme, bude po realizácii navrhovanej činnosti dosiahnutá max. hodinová hodnota, ktorá predstavuje hodnotu nižšiu ako 6% hodnoty vnímateľného zápach. Priemerné ročné hodnoty sú vo všetkých zvolených referenčných bodoch nižšie ako 1% hodnoty prvého vnímateľného zápachu

V Padáni, 14.07.2023

Ing. Hana Hanuljaková

Ing. Alena Popovičová, PhD.

Literatúra

[1] Smeets, M.A., Bulsing, P.J., van Rooden, S., Steinmann, R., de Ru, J.A., Ogink, N.W., van Thriel, C. and Dalton, P.H., 2007. Odor and irritation thresholds for ammonia: a comparison between static and dynamic olfactometry. *Chemical Senses*, *32*(1), pp.11-20.

[2] Devos, M.F.J.P., 1995. Standardized human olfactory thresholds. *J. Odor Res. Eng.*, *26*, pp.27-47.

[3] Michaels, R.A., 1999. Emergency planning and the acute toxic potency of inhaled ammonia. *Environmental health perspectives*, *107*(8), pp.617-627.

[4] van Thriel, C., Schäper, M., Kiesswetter, E., Kleinbeck, S., Juran, S., Blaszkewicz, M., Fricke, H.H., Altmann, L., Berresheim, H. and Brüning, T., 2006. From chemosensory thresholds to whole body exposures—experimental approaches evaluating chemosensory effects of chemicals. *International archives of occupational and environmental health*, *79*, pp. 308-321.

[5] Carson, P.; Mumford, C., 2002. Hazardous Chemicals Handbook, ISBN: 0-7506-4888-0