

**Investor: Městský úřad Hranice**

Pernštejnské náměstí 1

753 01 Hranice

**Kontakt: Mojmír Dohnal**

investiční technik

Pernštejnské náměstí 1, 753 01 Hranice

mob: 724 187 095

[mdohnal@mesto-hranice.cz](mailto:mdohnal@mesto-hranice.cz)

**Akce: Studie měření koncentrace H<sub>2</sub>S v obci Velká,  
včetně zjištění kvality OV, lokalizace zápachu,  
vyhodnocení a doporučení opatření na  
odstranění zápachu.****Vypracoval: Ing. Stanislav Malaník, Ph.D.**

Specialista na čerpací stanice a certifikovaný energetický poradce na  
čerpadla a systémy

**Datum: 20.08.2019**

## Obsah

Identifikační údaje:.....	3
Úvod .....	4
Mechanismus vzniku sirovodíku (H <sub>2</sub> S).....	5
Měřicí zařízení .....	6
Vyhodnocení provedeného měření.....	7
Kvalita odpadních vod .....	8
Parametry čerpací stanice: .....	12
Závěr .....	13
Návrh opatření na odstranění zápachu .....	14
Literatura .....	16
Příloha č. 1 – Hodnoty měření H <sub>2</sub> S .....	17

## Identifikační údaje:

Název akce: Studie měření koncentrace  $H_2S$  v obci Velká, včetně zjištění kvality OV, lokalizace zápachu, vyhodnocení a doporučení opatření na odstranění zápachu.

Typ dokumentace: Studie

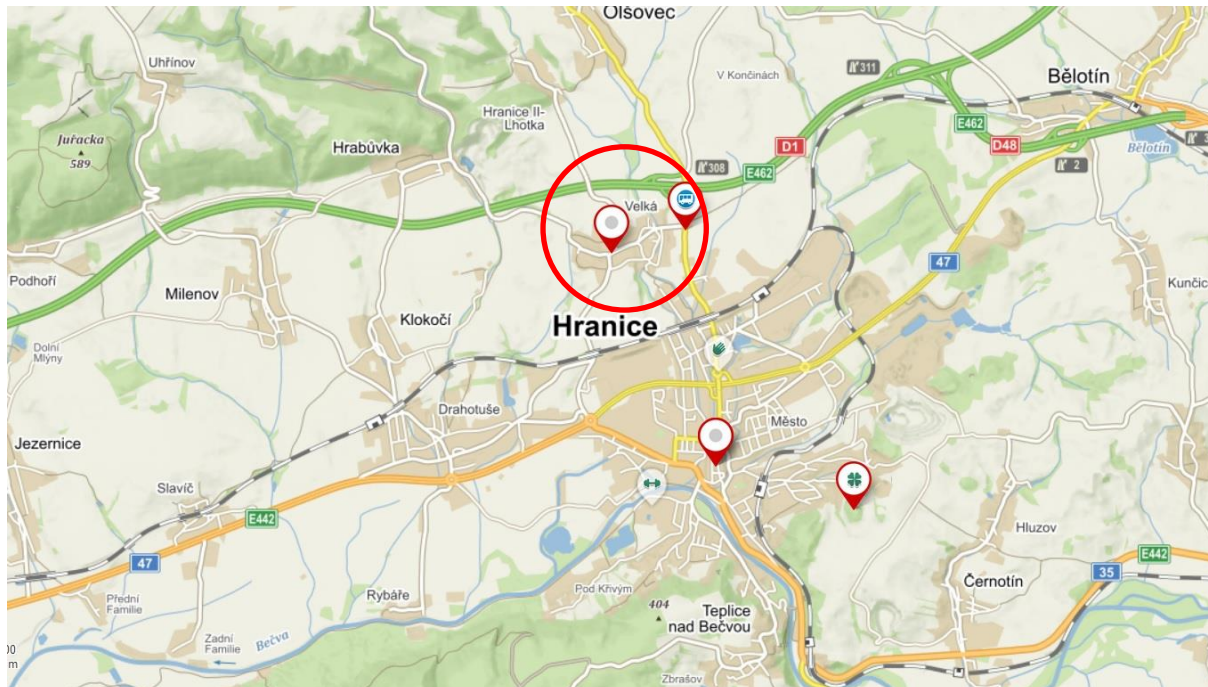
Investor: Městský úřad Hranice  
Pernštejnské náměstí 1  
753 01 Hranice

WWW: <https://www.mesto-hranice.cz>

Zpracovatel: EuroArmatury, s.r.o., organizační složka,  
Nad Jezerem 581, 252 42 VESTEC  
Ing. Stanislav Malaník, Ph. D.  
email: [malanik@euroarmatury.eu](mailto:malanik@euroarmatury.eu)  
Tel.: 724 982 518

## Úvod

Na základě požadavku objednatele bylo provedeno v zájmové lokalitě obce Velká šetření in-situ (v terénu), které je vyhodnoceno v následujícím textu. Podklady pro toto vyhodnocení byly získány od zaměstnance města Hranice pana Dohnala a dále také od provozovatele kanalizace v dané lokalitě Vodovody a kanalizace Přerov, a.s. vedoucího dispečinku pana Táborského.



**Obr. 1 – Situace širších vztahů zájmové lokality obce Velká**

Postup získávání dat byl následující. Po dohodě s panem Dohnalem, byla stanovena lokalita osazení měření, jednalo se o lokalitu s větším počtem stížností a následně byl stanoven odběr vzorků a jejich rozbor. Měření koncentrace sirovodíku probíhalo v týdnu 8.7 – 12.7. kdy byla venkovní teplota lehce nad průměrem, průměrná denní teplota se pohybuje kolem 24 °C [1] a průměrná teplota v kanalizaci se při měření pohybovala kolem 22°C.

Následně jsem kontaktoval dispečink VAK Přerov, a to především dispečerské pracoviště a konkrétně pak pana Táborského, který nám poskytl součinnost s vyhodnocením počtu spínání a následnou návaznost na vznik zápachu v okolí zastávka MHD Škola.

Měřicí přístroj byl osazen dne 8.7. v 10:05 hod. do šachty vedle dešťové vpusti, tato šachta se nachází vedle zastávky MHD Škola. Přístroj byl ponechán s kontinuálním záznamem měřených dat teploty a H<sub>2</sub>S do 12.7. ,tak abychom zaznamenali průběh koncentrací během dne. Dále bylo provedeno zjištění kvality OV (odpadní vody), které proběhlo dne 12.7. když byl přístroj pro monitoring zápachu vyzvednut z šachty. Při zjišťování kvality odpadních vod byly sledovány následující ukazatele: rozpuštěný kyslík, ORP potenciál, teplota a pH.

Hlavním požadavkem investora bylo kromě měření kvality OV a koncentrace H<sub>2</sub>S, také **lokalizace zdroje zápachu** a doporučení na odstranění zápachu.

Na tomto místě je důležité připomenout, že opatření proti zápachu je nejvýhodnější provádět, vždy ve fázi projektu, protože jen tehdy je to ekonomicky nejvýhodnější a nejúčinnější. Jakákoliv následná opatření již nemusí být 100% účinná.

## Mechanismus vzniku sirovodíku ( $\text{H}_2\text{S}$ )

Pro vznik zápachu ze sirovodíku má rozhodující skutečnost, že odpadní voda obsahuje rozpuštěné sulfidy.

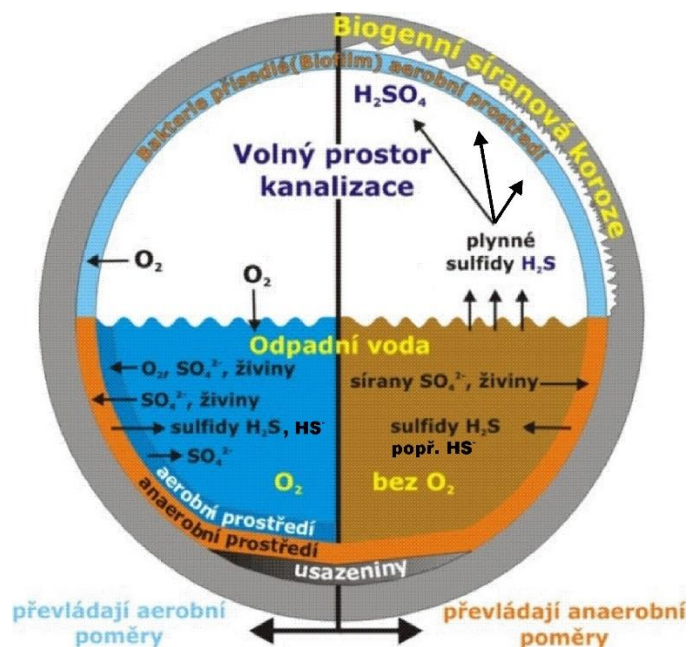
Pozn.: celková koncentrace sulfidů v odpadní vodě avšak není samotným měřítkem pro určení problému se sirovodíkem.

Faktory ovlivňující mechanismy vzniku sirovodíku:

- vysoká teplota
- vysoký podíl síranů v odp. vodě
- turbulentní proudění se stripováním sirovodíku do atm.
- nepřítomnost rozpuštěného kyslíku a dusičnanů
- vysoké koncentrace lehce odbouratelných organických sloučenin
- velké plochy biofilmu
- nízký redox potenciál

Hydraulické parametry:

- dlouhé doby zdržení
- malé množství odpadních vod
- malé rychlosti proudění
- malé tečné napětí



**Obr. 2 – Procesy probíhající v odpadní vodě v aerobním a anoxickém prostředí**

Sulfan a jeho iontové formy vznikají především:

1. Bakteriálním rozkladem anorganických sloučenin síra-kyslík
2. Bakteriálním rozkladem thioaminokyselin (odbourání bílkovin obsahujících síru)

Ve vodách se mohou sloučeniny síry v oxidačním stupni –II vyskytovat jako jednoduché ionty  $\text{HS}^-$  (hydrogensulfidový anion) a sulfidy  $\text{S}^{2-}$ , jako nedisociovaný  $\text{H}_2\text{S}$  a výjimečně také v komplexní formě  $[\text{HgS}_2]^{2-}$ . V neutrální a slabě kyselé oblasti odp. vod převažuje nedisociovaný sulfan. Při teplotě odp. vody 15°C, pH 6,0 tvoří  $\text{H}_2\text{S}$  cca 90% z forem výskytu **sulfické síry** (pach, toxicita),  $\text{HS}^-$  nebo  $\text{S}^{2-}$  a při pH 7,5 cca 30% výskytu.

Anion  $\text{S}^{2-}$  přichází v úvahu pouze v mimořádně zásaditém prostředí pH cca 13 a více.

**Tab. 1 – Symptomy působení sulfanu  $\text{H}_2\text{S}$  na lidský organizmus (dle ATV-DVWK-M 154)**

ppm $\text{H}_2\text{S}$	Účinek - působení
0,001-0,015	Prahová hodnota zápachu, individuální (pro každého jiná)
3-10	Zřetelný zápach
10	Maximální hodnota na pracovišti, bez vlivu na zdraví, 8 hod denně/ max. 40 hod. týdně.
20-30	Nesnesitelný zápach po zkažených vejcích
30	Odporný nasládlý zápach
50	Pálení očí až zánět spojivek, poruchy zraku
50-100	Podráždění dýchacích cest, sliznic
100-200	Oslabený čich – po několika minutách ztráta čichu
250-500	Toxický otok plic, cyanóza, vykašlávání krve z dýchacích cest, výpadky paměti, bezvědomí
500	Bolest hlavy, nekoordinované pohyby, závrať, stimulace/ochromení dýchání,
500-1000	Okamžitý kolaps, smrt

## Měřicí zařízení

Pro měření koncentrace sirovodíku byl použit přístroj OdaLog L2/RTX, s rozsahem 0-1000 ppm. Tento přístroj je určen pro dlouhodobý záznam hodnot  $\text{H}_2\text{S}$  s následným odečtem naměřených hodnot přes IR rozhraní v přehledných tabulkách nebo grafech. Dataloger je chráněn proti stříkající vodě. Paralelně se záznamem koncentrace  $\text{H}_2\text{S}$  se zaznamenává teplota v kanalizaci.

Parametry přístroje:

Nastavitelný rozsah záznamu: od 1 sek. – 1 hod.

Rozlišení: 0,1 ppm

Měřicí rozsah: 0-200 ppm

Rozsah teplotního čidla: -10°C až +40°C

Relativní vlhkost: 15-90% nekondenzující

Kapacita záznamu: interval 1 min. = 29 dní

Interval 5 min. = 6 měsíců



## Vyhodnocení provedeného měření

Nejdříve je nutné uvést, že na základě naměřených hodnot koncentrace  $\text{H}_2\text{S}$  a porovnání doby spínání s čerpací stanicí OV byl **jednoznačně** určen zdroj znečištění, a to čerpací stanice OV, proto se měření kvality OV zaměřilo na čerpací stanici a vyústní šachtu z výtluhu OV.

Toto měření probíhalo na dvou místech a to bodově. Prvním místem byl objekt čerpací stanice, kde proběhlo měření, tak, že z důvodu velké hloubky bylo nutné vzorky odebrat a vyhodnotit na terénu mimo šachtu čerpací stanice. Měření kvality probíhalo přístrojem se záznamem dat Multi 3620 IDS.



**Obr. 3 – Měřicí přístroj kvality OV Multi 3620 IDS**

Druhé měření probíhalo v šachtě poblíž další autobusové zastávky Náves, pár metrů za vyústěním tlakové kanalizace do předávací šachty, protože tato šachta se nachází v blízkosti křižovatky, kde zřejmě dříve docházelo k úniku zápachu, tak byla zabetonovaná a místo výtoku tím pádem posunuto dále do potrubí směrem k autobusové zastávce Náves.

ČS Hranice III - Velká – mokrá jímka čerpací stanice, datum: 12.7.2019, čas: 10:26 hod.

Teplota vzduchu: 18,6 °C

Teplota odpadní vody z čerpací stanice  $T = 18,6 - 19,0$  °C

pH = 8,1 - 8,2

rozpuštěný kyslík  $\text{O}_2 = 0,26 - 5,63$  mg/l, pouze orientační hodnota, která poukazuje, po ustálení na nepřítomnost kyslíku, hodnota se po ustálení cca 5 min. blíží k nule.

ORP potenciál: - 386--392 mV – silně zahnílá odpadní voda

výtok z výtluhu (cca po 547 m od ČS), předávací šachta do gravitační kanalizace, datum: 12.7.2019, čas: 10:57 hod.

Teplota odp. vody  $T = 19,7 - 20,0$  °C

pH = 7,44



rozpuštěný kyslík  $O_2 = 1,99 - 2,63 \text{ mg/l}$

ORP potenciál: - 331--348 mV – silně zahnílá odpadní voda



**Obr. 4 – Vyústní šachta výtlač – zřejmě z důvodu přetrvávajícího zápachu zabetonována**

#### Kvalita odpadních vod

U odpadních vod splaškových se pohybuje hodnota ORP od -200 mV až po + 500 mV. Rozlišujeme podmínky:

- Aerobní (kyslíkaté) +50 – +400 mV
- Anoxické (kyslík vázaný v dusitanech a dusičnanech) -50 – +50 mV
- Anaerobní (bez kyslíkaté) -400 - -50 mV

#### Hodnoty pod 100 mV značí, již nedostatek kyslíku v OV.

Hodnota v čerpací stanici, která byla dne 12. 7. od 7,00 hod. do 10,50 hod, odstavena -386 mV a hodnota naměřena v předávací šachtě z výtlaču příslušejícímu ČS byla -331 mV. Poznámka: odstavení čerpací stanice a následný odběr hodnot neměl výrazný vliv na kvalitu OD. Tyto hodnoty jasně prokazují jak v šachtě čerpací stanice, tak i na výtoku z výtlaču **úplné anaerobní podmínky**. Jelikož bylo toto měření prováděno v dopoledních hodinách (minimální průtoky) mohou se podmínky během dne jak na nátok do ČS, tak i na výtoku z výtlaču lehce měnit, ale z naměřených hodnot jasně plyne, že odpadní voda nedegraduje jenom ve výtlaču, ale je degradována již v místě čerpací stanice, což jasně ukazuje na:

1. Předimenzování velikosti čerpací stanice (velký objem, než sepne čerpadlo – 3 m<sup>3</sup>)



2. Neřešení možného vzniku zápachu v rámci projektu, kde se to dalo předpokládat, akumulace v nádrži se pohybuje kolem 3 m<sup>3</sup> (doba zdržení nad 4 hod je kritická, nejenom ve výtlaku ale i v samotné šachtě čerpací stanice)

Velký podíl na vzniku zápachu má kvalita přitékajících odpadních vod, která byla v době měření v anaerobních podmínkách (bez kyslíku). Na výtlaku z výtlačného potrubí jsme zaznamenali rovněž anaerobní podmínky. Doba zdržení odpadních vod dle výpočtu cca 140 EO x 100 l/os/den = 14 000 l/den = 14 m<sup>3</sup>/den = 0,16 l/s = 0,58 m<sup>3</sup>/h, objem výtlaku je 2,7 m<sup>3</sup>/0,58 = 4,65 hod. zdržení odpadní vody ve výtlaku, což má vliv rovněž, ale pouze za předpokladu, že by byla odpadní voda v čerpací stanici v aerobním stavu, jestliže není, tak tato skutečnost, již významně **neovlivňuje kvalitu odpadních vod na výtlaku z výtlačného potrubí**.

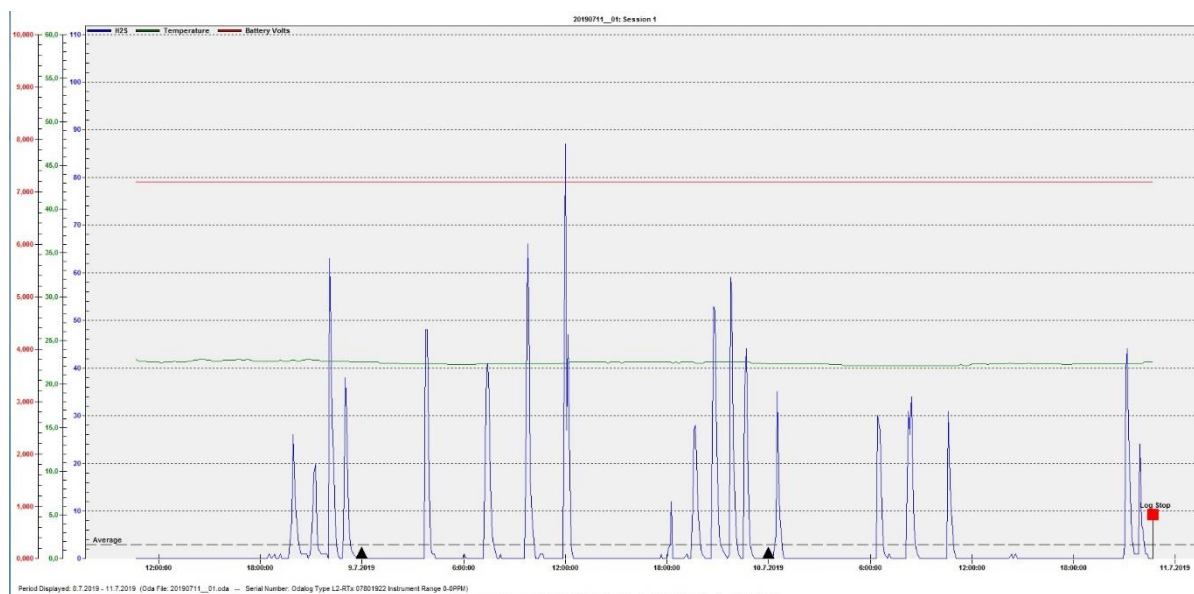
Pro vyhodnocení koncentrace sirovodíku probíhalo měření ve vyústní šachtě u zastávky MHD Škola, protože dřívější vyústní šachta byla upravena (zabetonována a výtlačak prodloužen) z důvodu vzniku zápachu v místě pro posezení pro místní obyvatele. Protože šachta pro zaústění potrubí výtlaku zřejmě neexistuje a potrubí výtlaku je zaústěno přímo do gravitačního potrubí po trase (domněnka) dochází zde ke komínovému efektu, kdy proudící voda z výtlaku vytlačuje do šachty u zastávky odpadní vzduch, který následně způsobuje problémy v inkriminovaném místě. Následují grafy s naměřenými hodnotami.



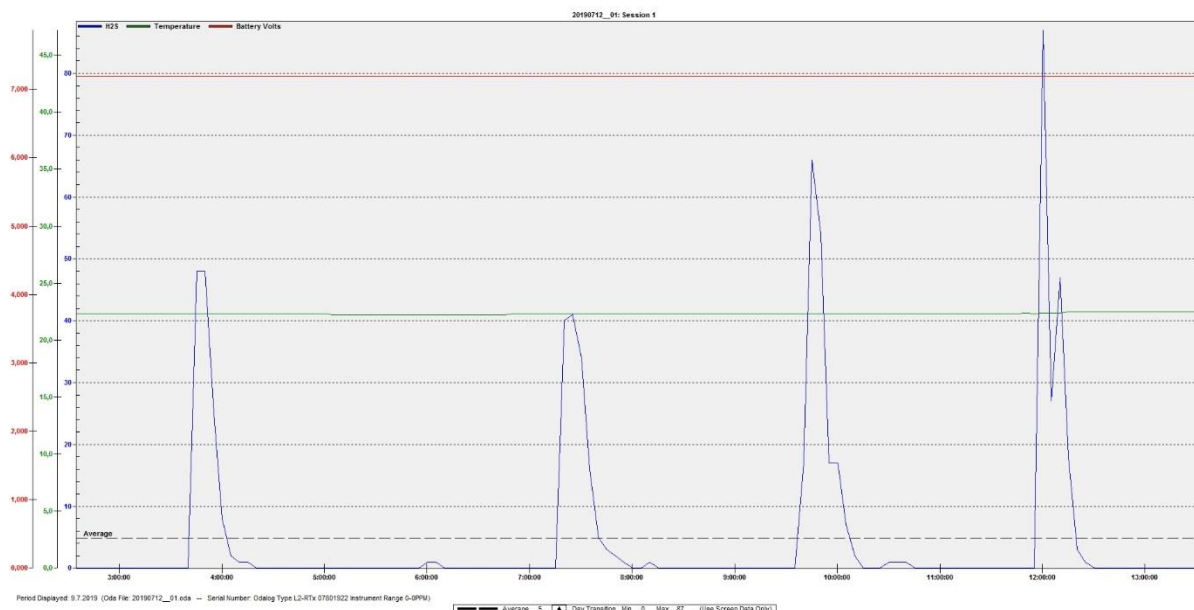
**Obr. 5 – Měření H<sub>2</sub>S provedené v šachtě u zastávky MHD Škola**



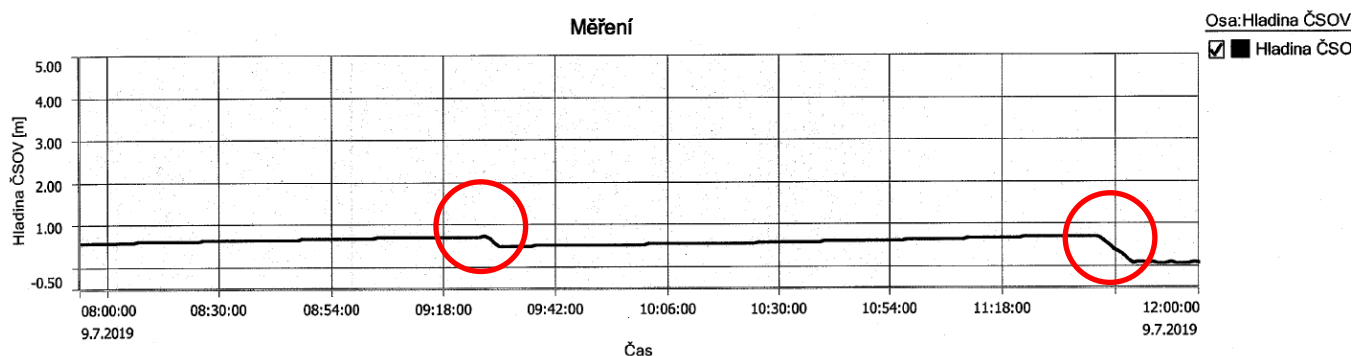
**Obr. 6 – Šachta na výtlačku, dříve vyústní**



**Obr. 7 – Měření koncentrace H<sub>2</sub>S před zastávkou MHD Škola**



**Obr. 8 – Špičková koncentrace při měření  $H_2S$  provedené před zastávkou MHD Škola**



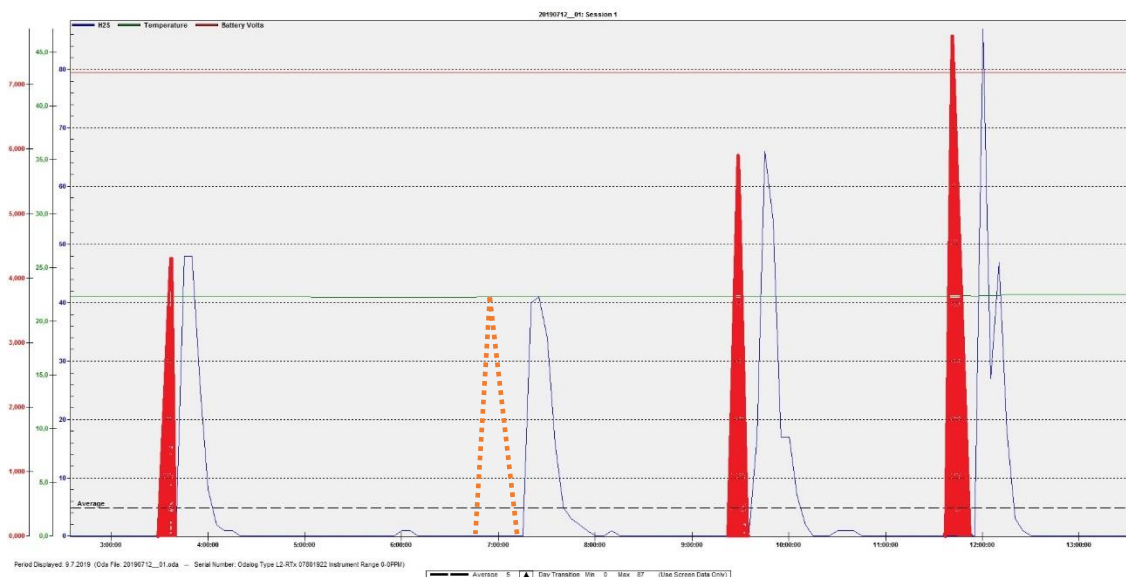
**Obr. 9 – Průběh hladiny v čerpací stanici ČS Velká (zdroj: VAK Přerov)**

Naměřené hodnoty vykazují každý den měření několik maxim nad 35-40 ppm, viz výše uvedené v **obrázku č. 7, přehledněji příloha č. 1:**

- dne 8.7. kolem 20,00 hod – 22,55 hod. s hodnotou 63,0 ppm,
- dne 9.7. pak v kolem 4 hod, 7,30 hod, 10 hod a 12 hod dopoledne a hlavně v podvečer a večer 19,40 hod., 20,50 hod, 21,45 hod., 21,45-22,50 hod. s hodnotou kolem 28-59 ppm a maximum kolem 12 hod. ve výši až 87 ppm, toto maximum má přímou souvislost s zčerpáním hladiny v čerpací stanici až do úplného dna, které nastává 1 x za 5 čerp. cyklů.
- dne 10.7. ráno, kdy obyvatelé se chystají do práce, kolem 6,25 hod, dále v 8,15 hod. a v 10,35 hod., s hodnotou max. 34 ppm, odpoledne pak ve 21,05 – 22,50 hod. s hodnotou max. 44,0 ppm,
- dne 11.7. s podobným průběhem jako dne 10.7. špičky jsou posunuty cca o 1 hod. dopředu.
- a poslední dne 12.7. kolem 6:15 hod. s hodnotou 35,0 ppm.

Na základě výše uvedených maxim bylo provedeno srovnání s čerpacími cykly obou čerpacích stanic a jak je patrné z následujících grafů, tak se tyto hodnoty shodují, respektive na sebe navazují, po čerpání je viditelné maximum, viz obr. č. 10.



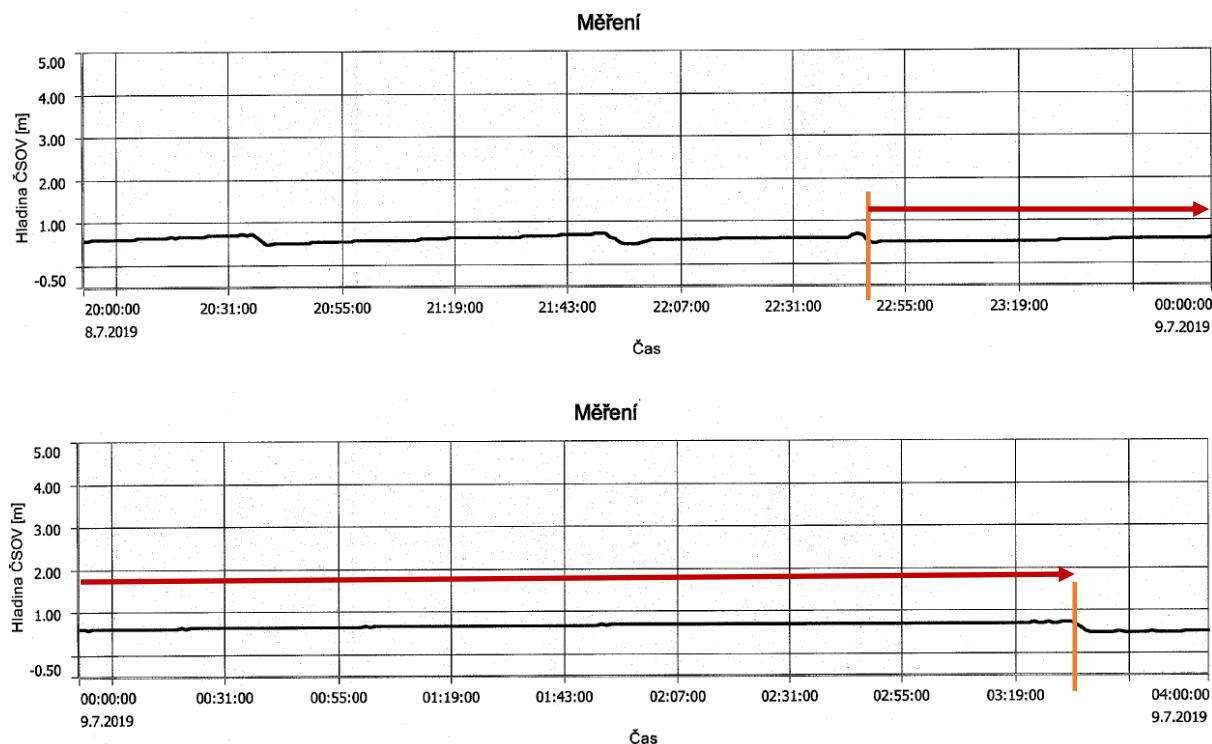


**Obr. 10 – Závislost čerpání na vzniku zápachu poznámka: pro čas 7,15 -8,00 hod. data o čerpání nedostupná, ale lze ji předpokládat**

#### Parametry čerpací stanice:

ČS Hranice III - Velká – 7,4 kW, Q:19,08 m<sup>3</sup>/h – H:33,07 m v. sl., výtlačk délky: 547 m, profil: PE-HD DN80, průměrné zdržení odpadních vod T= 4,65 hod., objem výtlačku: 2,7 m<sup>3</sup>, Q<sub>24</sub>=14 m<sup>3</sup>/den.

Doba zdržení OV ve výtlačku 8.7. – 9.7 mezi 22,45 – 3,30 hod ranní je maximálně cca 4,45 hod. jak je znázorněno na obr. č. 11, čerpací stanice spíná v intervalu 5-6 x za den, což odpovídá i denní produkci OV 14 m<sup>3</sup>/d / (objem jímky) 3m<sup>3</sup> = cca 5 x.



**Obr. 11 – Graf hladiny ČS Velká ze dne 8.7. – 9.7.2019 (zdroj: VAK Přerov)**

## Závěr

Z výše uvedených grafů a výsledků plyne, že se nám na základě měření podařilo **jednoznačně prokázat, přímý vliv spínání čerpací stanice OV na vzniku zápachu u autobusové zastávky MHD Škola**. Toto místo se nachází na kopci a je to dáno morfologií terénu, protože zde dochází k vývinu zápachu do okolí. Poklop šachty je zde plný nevětraný a zejména uliční vpustí zde dochází k šíření zápachu do okolí, tedy i autobusové zastávky.

**Maximální koncentrace  $H_2S$  se zde vyskytuje dne 9.7, a to koncentrace 87 ppm, ovšem panuje zde zjevná závislost mezi spínáním čerpací stanice a nedostatečně odvětranou kanalizací, jak je zobrazeno v obr. 10.** Tady je potřeba uvést ještě další zjištění, a to, že v případě zčerpání čerpací stanice do pomyslné nuly, dochází k prokazatelnému nárůstu zápachu oproti běžnému režimu čerpání. Naměřené maximum 87 ppm vystihuje právě tento jev, a sice že po zčerpání čerpací stanice do nuly došlo k vývinu maximální koncentrace o hodnotě 87 ppm.

**V provozním řádu doporučuji upravit, tak aby čerpací stanice při každém cyklu zčerpala do nuly a snížit spínací hladinu na minimum, abychom co nejvíce zkrátili dobu zdržení odpadní vody v mokrém jímce čerpací stanice, a to nejlépe pod 2 hod.** Stav, kdy čerpací stanice není úplně zčerpána (až do nuly) vede evidentně k efektu, kdy nově natékající odpadní voda nařezává velmi zahnílou OV z nevyčerpané jímky, což má negativní vliv na chemismus OV v ČS a na vznik zápachu v předávací šachtě z výtlačného potrubí. OV má velmi dlouhé zdržení z důvodu velkého objemu šachty a ještě také dlouhého zdržení ve výtlačném potrubí. Dále je dobré připomenout, že významný vliv na únik sirovodíku do atmosféry má vliv proudění odpadních vod v kanalizaci, v případě turbulentního režimu (stříkání OV, neklidné proudění přes překážky) dochází ke stripování sulfanu z OV, kde je přítomen v rozpuštěné formě. Turbulentní režim výtlaku OV z výtlačku je nutné eliminovat.

Co se vlivu projektu týká, tak v posledních letech se ukazuje, že nejvíce problémové jsou čerpací stanice do 200 EO, a sice ty, které mají velký objem akumulace a zároveň delší výtlačný rad nebo delší délku zdržení odpadní vody ve výtlačku cca 2-4 hod.

České normy ovšem uvádí jako hranici, kdy projektant toto opatření musí navrhnout, dobu zdržení OV ve výtlačku jako 8 hod. ČSN EN 752 (756110) Odvodňovací a stokové systémy vně budov. Tato doba zdržení je ale často nedostatečná, protože odpadní vody ve výtlačku zahnívají již po 2 hodinách zdržení [D. Weismann, Sulfid-Praxisbuch der Abwasser].

Co se naměřených hodnot týká tak, lidský nos je velmi citlivý orgán a je schopen registrovat hodnoty  $H_2S$  již při koncentraci 0,15-0,5 ppm, proto citlivější jedinci mohou registrovat zápach z kanalizace jako nepříjemný.

Některé zdroje uvádí hodnotu  $H_2S$  3-10 ppm jako zřetelný zápach. V Německu platí pro hodnotu maximální pracovní koncentrace, po dobu 8 hodin na pracovním místě maximálně 40 hodin týdně, MAK – 15 mg/m<sup>3</sup> (10 ppm).

Závěrem konstatuji, že z naměřených hodnot plyne, že v určitých intervalech znázorněných v obr. 7 dochází k nárůstu koncentrace  $H_2S$  v atmosféře stoky z 0 ppm až k 87 ppm, což vede jak ke vzniku zápachu, tak i ke vzniku biogenní síranové koroze. Tento závěr, a sice vznik biogenní síranové koroze potvrzují světoví autoři např. BIELECKI a SCHRAMMER.

## Návrh opatření na odstranění zápachu

Co se opatření na odstranění zápachu týká, existují základní skupiny: primární a sekundární.

**Primární opatření** jsou opatření s přímým vlivem na chemismus OV nebo opatření vztahující se k ovlivnění procesu zahňívání popř. stripování sulfanu do atmosféry (stavebně-technická).

**Sekundární opatření** jsou opatření řešící zápach až ve fázi úniku z odpadní vody (stripování plynu).

V kapitole Závěr jsem uvedl možnosti nastavení vypínací hladiny čerpací stanice, tak aby byla vždy čerpací stanice zčerpána až do nuly, vyčerpána komplet. Tím bychom předcházeli zahňívání OV přímo v místě čerpací stanice, protože i zde za určitých podmínek může docházet ke vzniku zápachu.

***Na základě naměřených dat, nemá smysl ovlivňovat biologii média s pomocí vhánění vzduchu resp. stlačeného vzduchu (např. kompresorem), je to z důvodu toho, že odpadní voda je jak v samotné čerpací stanici, tak i ve výtlaku v anaerobním stavu, tedy zahnilá.***

**Pro řešení emisí zápachu v lokalitě vyústění šachty doporučuji následující opatření:**

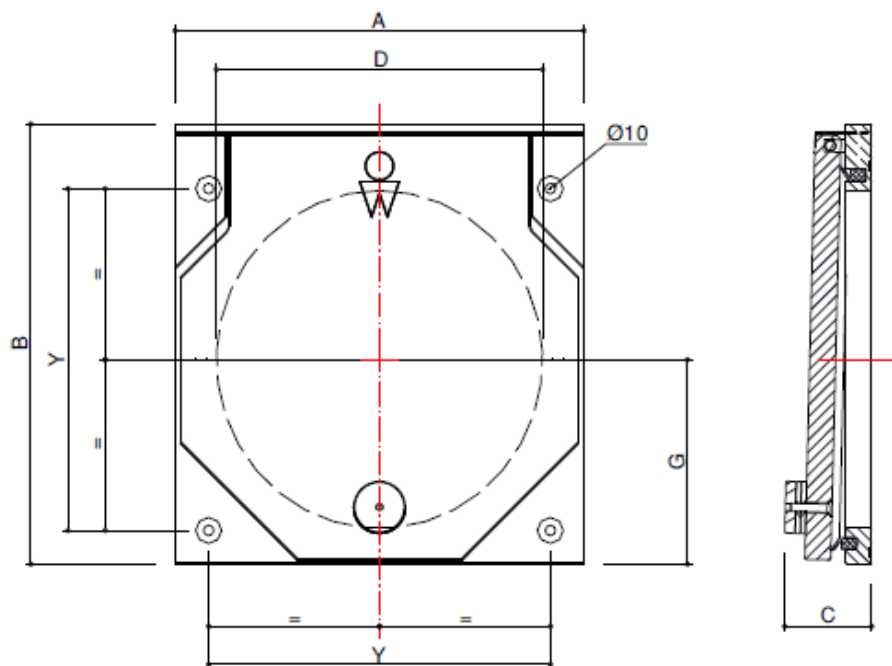
- Než se provedou navrhovaná opatření je potřeba šachtu a výtlak čerpací stanice Velká dokonale vyčistit a zbavit veškerých usazenin, výtlak je možné propláchnout 3-4 m<sup>3</sup> říční vody.
- Dále bych doporučoval osazení biofiltru do nerezového komínu výšky cca 2,25 – 2,5 m v místě původní předávací šachty (zobrazena na obr. 6), zachování plného poklopu na této šachtě tak, abychom mohli znečištěný vzduch dočistit v osazeném biofiltru DN300 do nerezového potrubí např. Ø306x3 mm, zřejmě by bylo možné se napojit na čistící kus stávající v této šachtici. Tento typ biofiltru znázorňuje obrázek č. 12.



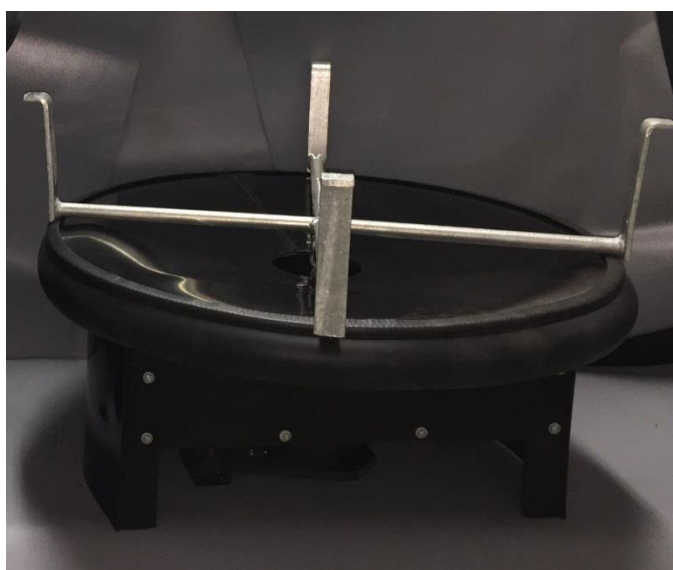
***Obr. 12 – Návrh na zřízení biofiltru u předávací šachty***

- V místě šachty zastávky Velká, škola vyměnit celou šachtu za novou s biofiltrem nebo stávající šachtu zrekonstruovat tak, že proti proudu z šachtice směrem k uliční vpusť osadíme žabí klapku potřebné dimenze obr. 13, poklop šachty vyměnit za poklop s odvětráním a osazení biofiltru pod poklop obr. 14.





**Obr. 13 – Koncová klapka – zabrání zápachu z uliční vpusti u zastávky škola**



**Obr. 14 – Dovybavení šachty biofiltrem např. KSBF -600 K**

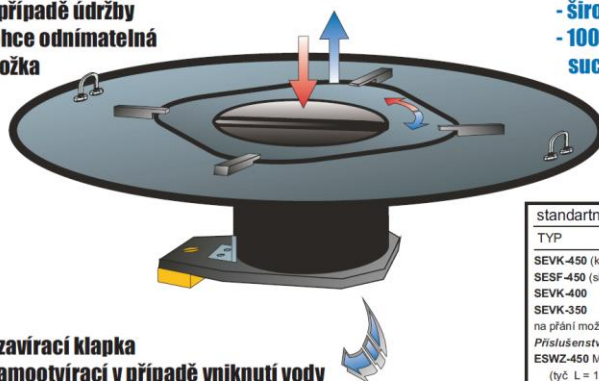
- Orientační cena biofiltru zásuvného REBF je 20. tis. Kč bez DPH a biofiltr pod kanalizační poklop cca 15. tis. Kč, uvedené ceny nezahrnují stavební práce nebo stavební úpravy pro osazení doporučených armatur.
- Na další uliční vpusti v okolí by se osadily proti zápachové uzávěry obr. 15.

**QUICK-UP System®**

v případě údržby  
lehce odnímatelná  
vločka

uzavírací klapka  
samootevínací v případě vniknutí vody

- rychlá montáž  
- široká oblast použití  
- 100% funkčnost i v případě  
suchých období



standardní rozměry	
TYP	D [mm]
SEVK-450 (klapka)	D=450 mm (normovaná)
SESF-450 (sifon)	D=450 mm (normovaná)
SEVK-400	D=380-390 mm
SEVK-350	D=350 mm
na přání možné hranaté provedení pachové uzávěry.	
Příslušenství:	
ESWZ-450 Montážní sada pro montáž uzávěry	
(tyč L = 1,5 m ms háky a nástavec)	
Technické chyby a změny vyhrazeny březen 2015	

**Obr. 15 – Protizápachová uzávěra SEVK**

Následují další možnosti, u kterých je ovšem nutné pozitivní efekt dále prověřit:

- **Výměna jednoho z čerpadel za čerpalu, které má dovoleno pracovat ve vypořádaném stavu, tak aby zčerpalo šachtu do nuly a zkrátilo dobu zdržení OV v šachtě.**
- **Instalace zařízení na dávkování chemikálií do výtlačného potrubí v místě čerpací stanice ČS Hranice III - Velká, tato dávkovací stanice by mohlo pracovat na principu nastavené dávky na 1 m<sup>3</sup>. V závislosti na sepnutí čerpadel. Pořizovací náklady cca 120. tis. Kč, ale provozní náklady vyšší. Toto řešení je nutné konzultovat přímo s odborníkem na chemii.**
- **Zkrápěný kruhový biofiltr** (pro odtah vzduch cca 30 m<sup>3</sup>/h), DN810 a výška cca 1200 mm je určen pro odtah velmi znečištěného odpadního vzduchu z předávací šachty. Tento biofiltr musí být aktivní, tzn. mít odtah s pomocí ventilátoru a integrovaného skrápění náplně vodou (přípojka vody nebo manuální skrápění tlakovým vozem). Životnost náplně biofiltru je 4-7 let. Biofiltr je nejvhodnějším opatřením z důvodu předpokládané vysoké vlhkosti odtahovaného vzduchu a udržování mírného podtlaku v předávací šachtě. Tento typ biofiltru v zimním období nezamrzá, protože teplota v odtahovaném vzduchu je výše než teplota bodu mrazu. Pořizovací náklady cca 120. tis. Kč, provozní náklady nízké.

## Literatura

1. [https://www.meteoblue.com/cs/po%C4%8Das%C3%AD/historyclimate/climatemodelled/hra nice %c4%8cesko\\_3074893](https://www.meteoblue.com/cs/po%C4%8Das%C3%AD/historyclimate/climatemodelled/hra nice %c4%8cesko_3074893)
2. DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, Abwasser und Abfall i.G. Geruchsemissionen aus Entwässerungssystemen: Vermeidung oder Verminderung. Oktober 2003. Hennef: ATV-DVWK, Dt. Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, 2003. ISBN 3924063826.
3. PITTER, Pavel. Hydrochemie. 2., přeprac. a rozšíř. vyd. Praha: SNTL, 1990. ISBN 80-03-00525-6.
4. MALANÍK, S.: Stoková síť poškozená síranovou korozí betonu, Vydává CzSTT, Česká společnost pro bezvýkopové technologie, ISSN 1214-5033, <http://www.czstt.cz/sites/default/files/dig2-2005.pdf>

## Příloha č. 1 – Hodnoty měření H<sub>2</sub>S

a. Velká, zastávka škola

