


KRNOV – revize OPVZ Zlatá Opavice

Závěrečná zpráva B – výstavba krytého bazénu

číslo úkolu: Z219102

Odpovědný řešitel:


Ing. Lenka Žáková

Představitel a.s.:


Ing. Vladan Podroužek
ředitel divize geologie a ŽP

UNIGEO[®] a.s.
Místecká 329/258
720 00 Ostrava-Hrabová
Divize geologie a životního prostředí

Ostrava
prosinec 2019

Výtisk č. 1



Objednatel:	Město Krnov Hlavní náměstí 96/1 794 01 Krnov 1
Zhotovitel:	UNIGEO, a.s. Místecká 329/258 720 00 Ostrava-Hrabová IČ: 45192260 DIČ: CZ45192260
Útvar realizace:	DIVIZE GEOLOGIE A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ tel.: ředitel divize - Ing. Vladan Podroužek: 596706290, www.unigeo.cz/ , e-mail: podrouzek.vladan@unigeo.cz tel.: 596 706 290, fax.: 596 721 197
Účel:	hydrogeologický průzkum
Etapa:	podrobný průzkum
Kraj/obec:	Moravskoslezský / Krnov
Č. evidence ČGS-Geofond:	2289/2019
Č. úkolu pro ČGS:	Z21910294404CZ08113
Řešitelský tým:	Ing. Lenka Žáková Ing. Zuzana Dostalíková (zasakování) Mgr. Markéta Ustrnulová (grafické zpracování)

Závěrečná zpráva „Krnov – revize OPVZ Zlatá Opavice, část B“ je vyhotovena v 5 výtiscích, které obsahují:

**29 stran textu
12 příloh**

Rozdělovník:	
1. – 4.	Město Krnov, Hlavní náměstí 96/1, Krnov
5.	Geofond ČR Praha
6.	UNIGEO a.s.- dokumentační fond divize geologie a ŽP

OBSAH

1. ÚVOD	4
1.1. DOSAVADNÍ PROZKOUMANOST	4
2. ROZSAH A METODIKA PROVEDENÝCH PRACÍ	5
2.1. PŘÍPRAVNÉ PRÁCE	5
2.2. TECHNICKÉ PRÁCE	5
2.3. VZORKOVACÍ A LABORATORNÍ PRÁCE	6
2.4. VSAKOVACÍ ZKOUŠKY	6
2.5. REŽIMNÍ MĚŘENÍ	10
2.6. GEODETICKÉ PRÁCE	10
2.7. GEOLOGICKÉ PRÁCE	10
3. PŘÍRODNÍ POMĚRY	10
3.1. GEOMORFOLOGICKÉ, KLIMATICKÉ A HYDROLOGICKÉ POMĚRY ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ	10
3.2. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY ŠIRŠÍHO OKOLÍ	12
3.3. OCHRANNÁ PÁSMA V ŠIRŠÍM OKOLÍ ZÁJMOVÉ LOKALITY	13
3.4. JÍMACÍ ÚZEMÍ KRNOV – ZLATÁ OPAVICE	13
4. VYHODNOCENÍ PRŮZKUMNÝCH PRACÍ	14
4.1. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY ZÁJMOVÉ LOKALITY	14
4.2. VYHODNOCENÍ VSAKOVACÍCH ZKOUŠEK	16
• <i>Archivní vsakovací zkoušky</i>	17
4.3. REŽIMNÍ MĚŘENÍ	18
4.4. VYHODNOCENÍ CHEMISMU PODZEMNÍCH VOD	22
5. VÝSTAVBA PARKOVIŠTĚ	23
5.1. VÝSTAVBA PARKOVIŠTĚ S OHLEDEM NA ROZHODNUTÍ 2001	23
5.2. ZHODNOCENÍ MOŽNOSTI VÝSTAVBY PARKOVIŠTĚ Z HLEDISKA HYDROGEOLOGICKÝCH POMĚRŮ	24
6. ZÁVĚR	26

Přílohy

1. Přehledná situace zájmové parcely 1:10 000
2. Situace archívních a nově realizovaných vrtů 1:1500
3. Geologické profily
 - 4.1. Geologický řez 1-1'
 - 4.2. Geologický řez 2-2'
- 5.1. Mapa hydroizohyps 8.8.2019
- 5.2. Mapa hydroizohyps 10.9.2019
- 6.1. Mapa hydroizohyps (převzato) k 29.5.2017
- 6.2. Mapa hydroizohyps (převzato) k 23.4.2018
7. Hodnoty koeficientu vsaku dle výsledků vsakovacích zkoušek
8. Technická zpráva
9. Měřická zpráva
10. Protokoly analýz zemin a vod
11. Dokumentace a vyhodnocení vsakovacích zkoušek
12. Fotodokumentace vrtů

1. ÚVOD

Na základě nabídky ze dne 22.3.2019 a následně uzavřené SOD ze dne 17.6.2019 mezi objednatelem prací Města Krnov a zhotovitelem divizí DGŽP firmy UNIGEO a.s. Ostrava, byla vypracována závěrečná zpráva, která je rozdělena na 2 části:

- A) Zpracování podkladové dokumentace návrhu změny OPVZ
- B) Posudek pro záměr Města Krnov provést výstavbu krytého bazénu s obslužnou komunikací a parkovištěm v současném ochranném pásmu II. stupně vodního zdroje Zlatá Opavice.

V rámci zakázky byl zpracován hydraulický numerický model, jehož výsledky budou prioritně využity pro část A pro změnu návrhu ochranných pásem. Výsledky jsou využity i v této části zprávy (dále model).

Předkládaná zpráva se týká části B). Zájmové území leží na parcelách s p.č.1185/1 a 1189/1 k.ú. Krnov - Horní Předměstí. Požadavkem bylo provedení podrobného hydrogeologického průzkumu, který měl zahrnovat provedení 6 ks vystrojených monitorovacích vrtů, 4 vsakovacích zkoušek a monitoring podzemních vod po dobu 7 měsíců.

V případě kladného stanoviska k tomuto záměru mají být v posudku stanoveny podmínky výstavby a provozu této stavby z hydrogeologického hlediska tak, aby byly zcela vyloučeny veškeré negativní vlivy na vydatnost a kvalitu čerpané pitné vody i s ohledem na nově budované vrty.

Zájmová lokalita se nachází v Krnově, je zobrazena v příloze č.1 (list mapy 15-14 M 1 : 25 000), podrobněji v příloze č.2.

1.1. Dosavadní prozkoumanost

V zájmové lokalitě a jejím okolí byly realizovány geologické a hydrogeologické průzkumy pro ověření vydatnosti vodního zdroje nebo stavbu obchvatu Krnova. Několik odborných prací se týkalo JÚ Zlatá Opavice a ochrany tohoto vodního zdroje s ohledem na stavbu budoucího obchvatu Krnova.

Další průzkumné práce, které byly provedeny v širším okolí lokality, pro zpracování hydrogeologického posudku považujeme za bezpředmětné.

Při zpracování hydrogeologického posouzení jsme vycházeli ze zpráv z archívu ČGS Geofond Praha a fy UNIGEO a.s.:

- 1) Hydrogeologický průzkum Krnov – koupaliště (Mejzlík L., Vodní zdroje, 1985)
– vrt **Kr-1**
- 2) Krnov – hraniční přechod silnice I/45 (Tišnovská V., UNIGEO Zlaté Hory, 2004)
– vrt **J-3**
- 3) Krnov – silnice I/57 – SV obchvat, předběžný průzkum (Kratochvíla L., UNIGEO Ostrava, 2002) – vrt **HV-11, J-13 a J-14A**
- 4) Krnov – silnice I/57 – SV obchvat, podrobný GTP (Kratochvíla L., UNIGEO Ostrava, 2005) – vrty **JK-40 a JHK-41**
- 5) Krnov – Zlatá Opavice - preventivní ochrana podzemních vod, HG posudek (Galgánek J., UNIGEO Zlaté Hory, 2004)

- 6) Krnov-Zlatá Opavice-monitoring kvantitativního stavu podzemních vod v r. 2017 a 2018 (Galgánek J., Krnov)
- 7) Krnov sportovně-relaxační zařízení na pozemku p.č. 1185/1 k.ú. Krnov-Horní Předměstí (Ulahel P., Úvalno, 2018) – **sondy V-2, K-1 až K-3**
- 8) Silnice I/57 Krnov – SV obchvat – Zpráva hydrologického monitoringu (Pargač M., SWECO Hydroprojekt, 2018)
- 9) Krnov – sportovní areál – hydrogeologické posouzení (Žáková L., UNIGEO, 2018).

Pro hodnocení inženýrsko-geologických a hydrogeologických poměrů jsme využili vrty, které jsou uvedeny u výše jmenovaných zpráv a které jsou součástí literatury 9, kterou má objednatel k dispozici. Z archívních vrtů v samotném zájmovém území a jeho okolí byly sestaveny geologické řezy 1-1' a 2-2' které tvoří přílohu č. 4.

2. ROZSAH A METODIKA PROVEDENÝCH PRACÍ

2.1. Přípravné práce

Vzhledem k tomu, že se zájmové území nachází v OP. II. stupně vodního zdroje „Krnov Zlatá Opavice studna“ bylo nutné získat povolení k některým činnostem de zákona 254/2001 Sb.- Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) dle § 14 ke geologickým pracím spojeným se zásahem do pozemku v záplavových územích (§ 66) a v ochranných pásmech vodních zdrojů.

Jedním z podkladů pro povolení bylo zpracování projektu geologických prací a vyjádření Povodí Odry s.p.

Byla provedena evidence geologických prací u České geologické služby (dle zákona č.62/1988 Sb. v platném znění).

Dle § 9a dle zákona č.62/1998 Sb. v platném znění jsme příslušné obci oznámili zahájení geologických prací, spojených se zásahem do pozemku, účel, rozsah a očekávanou dobu prací obci, na jejímž území byly geologické práce prováděny.

2.2. Technické práce

Vrtné práce provedla firma Geoprospekt s.r.o. Ostrava ve dnech 5.6. – 10.6.2019 pod vedením vrtmistra p. Grima vrtnou soupravou Nordmeyer.

Pozorovací vrty byly odvrtny jádrovým rotačním způsobem bez výplachu za účelem získání vrtného jádra, které bylo postupně ukládáno do vzorkovnic. Délky jednotlivých návrtů činily cca 0,5 m.

Vrty byly umístěny mimo podzemní inženýrské sítě a jejich ochranná pásma s ohledem na provoz koupaliště a pohyb návštěvníků, na pozemku mimo koupaliště s ohledem na požadavky pronajímatele a stavební práce na obchvatu I/57.

Tabulka č. 1 Technické parametry vrtů

Vrty	předpoklad		skutečnost		Pažnice-výstroj vrtu		
	vrt	metráž	vrt	metráž	plná	perforovaná	průměr pažnice
vystrojený	6 ks	5	PV-1	5 m	0,0-0,3	0,3-5,0	125 mm
			PV-2	5 m	0,0-0,3	0,3-5,0	125 mm
			PV-3	5 m	0,0-0,3	0,3-5,0	125 mm
			PV-4	5 m	0,0-0,3	0,3-5,0	125 mm
			PV-5	5 m	0,0-0,3	0,3-5,0	125 mm
			PV-6	5 m	0,0-0,3	0,3-5,0	125 mm
Celkem	30m		30 m		-		

Zhlaví vrtu nad terénem bylo osazeno ocelovou chráničkou s uzamykatelným víkem.

Detailní popis technických prací je uveden v technické zprávě v příloze č. 8.

2.3 Vzorkovací a laboratorní práce

Z geologických profilů jednotlivých vrtů byly odebrány vzorky zemin pro laboratorní stanovení zrnitosti a koeficientu filtrace. Celkem bylo odebráno 5 ks porušených vzorků zemin.

Tabulka č. 2 Přehled odebraných vzorků zemin a rozsah laboratorních stanovení

vrt	metráž (m)	vzorek	stanovení
PV-2	2,6-3,0	porušený	křivka zrnitosti a stanovení koeficientu filtrace
PV-4	1,6-2,0		
PV-5	1,4-2,0		
	3,7-4,5		
PV-6	2,6-3,0		

Pro stanovení kvality podzemních vod byly z pozorovacích vrtů odebrány vzorky podzemní vody pro stanovení úplného chemického rozboru (základní anionty a kationty) a C₁₀-C₄₀.

Tabulka č. 3 Přehled odebraných vzorků podzemní vody a rozsah laboratorních stanovení

PV-2	úplný chemický rozbor, C ₁₀ -C ₄₀
PV-4	
PV-5	
PV-6	

Zeminy byly analyzovány v akreditované laboratoři mechaniky zemin a podzemní vody v akreditované laboratoři SEAL, obě UNIGEO a.s. Protokoly analýz zemin a vod jsou uvedeny v příloze č. 10.

2.4 Vsakovací zkoušky

Ve dnech 6.6.2019 až 10.6.2019 byly provedeny v místě zájmové lokality 4 orientační krátkodobé vsakovací zkoušky, a to na nově realizovaných vystrojených vrtech PV-2, PV-4, PV-5 a PV-6.

Zkoušky probíhaly na vystrojených vrtech, které byly bez ochranné pažnice, s obsypem. Po realizaci zkoušek byly vrty dokončeny umístěním ochranné pažnice a obetonováním.

Geologický profil jednotlivých vrtů je uveden v příloze č.3. Vrty byly odvrtny do konečné hloubky 5,00 m p.t. Výstroj vrtů je uvedena podrobně v technické zprávě v příloze č. 8.

Vsakovací zkoušky byly provedeny regulovanou aplikací nálevu z nádrže o celkovém objemu 1,0 m³, která byla přistavena k vrtu. Vnitřní půdorys nádoby má rozměry 0,9 m x 1,1 m. Do nádoby i zasakovacího objektu (viz výše uvedené vrty) byly instalovány automatické měřiče hladiny vody LEVELOGGER fy SOLINST. Tato čidla měří a zaznamenávají výšku vodního sloupce nad senzorem a teplotu v naprogramovaném intervalu. Data z měření jsou uvedena v protokolech měření v příloze č. 11. Manuální měření, které se provádělo, v tomto případě sloužilo pouze jako doplňkové, ve zprávě jsou uvedena pouze přesnější data, odečtena z leveloggeru.

Z hydrostatického tlaku ve vrtu a v nádrži byla přepočtena úroveň hladiny od povrchu terénu ve vrtu a úroveň hladiny v nádrži od výchozí úrovně, vzhledem k určitému časovému intervalu. Údaje byly pak použity při výpočtech koeficientu vsaku alternativní metodou – viz níže.

Celková vsakovací zkouška se sestávala z kontinuálního regulovaného nálevu a ze zásaku, s nástupem hladiny ve vrtu a po ukončení nálevu z měření proměnlivé (klesající) hladiny s volným vsakem, v předepsaných časových intervalech. Průběh úrovně hladiny při měření leveloggeru, při nálevové a vsakovací zkoušce, je uvedena v grafu, v příloze č. 11.

Podrobný popis nálevové a vsakovací zkoušky :

V průběhu nálevové a vsakovací zkoušky byly naměřeny údaje na jednotlivých vrtech. Počáteční hladina podzemní vody, před zahájením zkoušky, byla změřena hladinoměrem G-10, přičemž je uvedena v protokolech zkoušky. Nálev do vrtů byl regulován, především za účelem udržení stabilní úrovně hladiny nálevu ve vrtu po dobu zkoušky.

Dokumentace nálevové a vsakovací zkoušky, grafy jejich průběhu včetně vypočtených koeficientů vsaku pro každý vrt jsou uvedeny v příloze č. 11.

VRT PV-2

• NÁLEVI

Při nálevové zkoušce, která probíhala dne 6.6.2019, v délce 56 minut, kdy bylo provedeno regulované napouštění z nádrže do vrtu, došlo k nástupu hladiny z úrovně 2,840 m od odměrného bodu, dále OB (OB 0,36 m nad terénem – výška PVC pažnice) na úroveň 2,160 m od OB. Probíhající nálev byl aplikován s průměrnou vydatností 0,00025 m³/s. Po době 56 minut byla zkouška ukončena a probíhal zásak.

Celkově bylo do vrtu nalito cca 0,603 m³ vody, přičemž v průběhu samotného nálevu za dobu 56 min (s regulací toku nálevu) zasáklo cca 0,578 m³ vody.

• ZÁSAKI

Dále následovalo po ukončení nálevu měření zásaku, a to v délce 25 minut, kdy z úrovně 2,160 m od OB vsáklo cca 0,0258 m³ vody, s poklesem hladiny na úroveň 2,830 m od OB.

VRT PV-4**• NÁLEVI**

Při nálevové zkoušce, která probíhala dne 10.6.2019 v délce 1 hodiny 5 minut, kdy bylo provedeno regulované napouštění z nádrže do vrtu, došlo k nástupu hladiny z úrovně 2,410 m od OB (OB 0,33 m nad terénem) na úroveň 2,018 m od OB. Probíhající nálev byl aplikován s průměrnou vydatností 0,00016 m³/s. Po době 1 hodiny 5 minut byla zkouška ukončena a probíhal zásak.

Celkově bylo do vrtu nalito cca 0,441 m³ vody, přičemž v průběhu samotného nálevu za dobu 1 hodiny 5 minut (s regulací toku nálevu) zasáklo cca 0,426 m³ vody.

• ZÁSAKI

Dále následovalo po ukončení nálevu měření zásaku, a to v délce 26 minut, kdy z úrovně 2,018 m od OB vsáklo cca 0,016 m³ vody, s poklesem hladiny na úroveň 2,432 m od OB.

VRT PV-5**• NÁLEVI**

Při nálevové zkoušce, která probíhala dne 10.6.2019 v délce 20 minut, kdy bylo provedeno regulované napouštění z nádrže do vrtu, došlo k nástupu hladiny z úrovně 2,310 m od OB (OB 0,23 m nad terénem) na úroveň 1,402 m od OB. Probíhající nálev byl aplikován s průměrnou vydatností 0,00054 m³/s. Po době 20 minut byla zkouška ukončena a probíhal zásak.

Celkově bylo do vrtu nalito cca 0,799 m³ vody, přičemž v průběhu samotného nálevu za dobu 20 minut (s regulací toku nálevu) zasáklo cca 0,765 m³ vody.

• ZÁSAKI

Dále následovalo po ukončení nálevu měření zásaku, a to v délce 7 minut, kdy z úrovně 1,402 m od OB vsáklo cca 0,035 m³ vody, s poklesem hladiny na úroveň 2,316 m od OB.

VRT PV-6**• NÁLEVI**

Při nálevové zkoušce, která probíhala dne 7.6.2019, v délce 1 hodiny 36 minut, kdy bylo provedeno regulované napouštění z nádrže do vrtu, došlo k nástupu hladiny z úrovně 3,600 m od OB (OB 0,35 m nad terénem) na úroveň 2,050 m od OB. Probíhající nálev byl aplikován s průměrnou vydatností 0,00022 m³/s. Po době 1 hodiny 36 minut byla zkouška ukončena a probíhal zásak.

Celkově bylo do vrtu nalito cca 0,368 m³ vody, přičemž v průběhu samotného nálevu za dobu 1 hodiny 36 minut (s regulací toku nálevu) zasáklo cca 0,309 m³ vody.

• ZÁSAKI

Dále následovalo po ukončení nálevu měření zásaku, a to v délce 1 hodiny 15 minut, kdy z úrovně 2,050 m od OB vsáklo cca 0,048 m³ vody, s poklesem hladiny na úroveň 3,285 m od OB.

Z nálevových a vsakovacích zkoušek byly propočteny jednotlivé hodnoty vsakovací rychlosti a následně koeficienty vsaku, vztažené vždy k měřenému časovému intervalu, zasáknutému množství a k poměrné vsakovací ploše sledovaného intervalu.

Stanovení koeficientu vsaku k_v

Vsakovací zkouška má za cíl simulovat činnost vsakovacího zařízení. Výsledkem vsakovací zkoušky je stanovení koeficientu vsaku k_v ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$), který charakterizuje vsakovací schopnost zkoumaného horninového prostředí na dané lokalitě a používá se ve výpočtech při návrhu vsakovacího zařízení. Jeho určení dle ČSN 75 9010 se provádí dle vzorce:

$$k_v = \frac{Q_{zk}}{A_{zk}}$$

kde je

k_v koeficient vsaku ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)

Q_{zk} přítok vody (zasakovací rychlost) do objektu během zkoušky ($\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$)

A_{zk} zkušební vsakovací plocha (m^2)

Koeficient vsaku byl stanoven z každé dílčí zkoušky a pro každý časový interval (tlakovou výšku hladiny) nálevové zkoušky i vsakovací zkoušky. Dílčí výsledky jsou uvedeny v následujícím textu.

Protože rychlost zasakování Q_{zk} je závislá především na tlakové výšce H sloupce vody v zasakovacím objektu, mění se i koeficient vsaku k_v .

Vzhledem ke změně výšky hladiny v zásobní nádobě, respektive změně hydrostatického tlaku při výtoku ze zásobní nádoby, se mění i výtoková rychlost, která má následně vliv na výšku hladiny v zasakovacím objektu (vrtu) a tím i zasakovací rychlost. Proto byla výtoková rychlost z nádoby Q_{vT} určována v krátkých časových úsecích na základě sledování změny vodního sloupce v nádobě pomocí sondy levelogger umístěné v nádobě.

$$Q_{vT} = \frac{a * b * dH_T}{dT} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$$

kde:

Q_{vT} výtoková (nálevová) rychlost ($\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$)

a, b rozměry základny nádrže (m), zde 1,1 m a 0,9 m

dH_T změny výšky vodního sloupce v nádrži (m) za časový interval dT

dT časový interval pozorování (s).

Při zasakování do vrtu probíhá vsak dnem i pláštěm vrtu – v propustné poloze – zde ve štěrčích. V neustáleném režimu filtrace se zasakovací plocha A_{zk} mění v závislosti na výšce vodního sloupce ve vrtu. Proto byla zasakovací plocha určována v časových úsecích na základě sledování změny vodního sloupce ve vrtu.

$$A_{zk} = \pi * r^2 + 2 * \pi * r * H_T \quad [\text{m}^2]$$

kde:

A_{zk} zkušební vsakovací plocha (m^2)

r poloměr vrtu (m)

H_T mocnost kolektoru, resp. výška vodního sloupce ve vrtu (m) v čase T .

2.5. Režimní měření

V průběhu průzkumných prací byly 1 x měsíčně měřeny úrovně ustálené hladiny podzemní vody v 6 pozorovacích vrtech PV-1 až PV-6 a na lávce (nad lokalitou) a na mostě (pod lokalitou) přes řeku Opavici ve směru proudění podzemních vod.

Měření bylo prováděno po ukončení realizace vrtů a následně 1 x měsíčně v období VI. – XII.2019, celkem 8 kol měření. Vyhodnocení režimního měření včetně záměrů je provedeno v kapitole 4.3.

2.6. Geodetické práce

Realizované vrty a 2 odměrné body pro povrchový tok byly zaměřeny geodetickou firmou R&M GEODATA s.r.o., Ostrava. U každého objektu byly zaměřeny souřadnice Y, X v systému JTSK a výškově souřadnice terénu a pažnice v systému Balt po vyrovnání.

Geodetická zpráva tvoří přílohu č. 9. Situace vrtů je zobrazena v příloze č. 1 a č. 2.

2.7. Geologické práce

Veškeré geologické práce provedli pracovníci Divize geologie a ŽP UNIGEO a.s. Práce geologické služby obsahovaly vyřízení legislativních požadavků pro realizaci všech terénních prací, koordinaci prací, sled a řízení jejich průběhu, dokumentace terénních prací, realizaci vsakovacích zkoušek a jejich vyhodnocení, režimní měření a zpracování závěrečné zprávy dle platných norem, předpisů a dle požadavků objednatele prací specifikovaných v SOD.

3. PŘÍRODNÍ POMĚRY

3.1. Geomorfologické, klimatické a hydrologické poměry zájmového území

Geomorfologické poměry

Zájmová lokalita se nachází na levém břehu řeky Opavice v severní části města Krnova v nadmořské výšce 315,4-316,6 m n.m.

Geomorfologicky náleží území do následujících jednotek (Geoportál Cenia – „Geomorfologické členění ČR“, 2003):

System: Hercynský

Provincie: Česká Vysočina

Subprovincie: Krkonošsko-jesenická soustava

Oblast: Jesenická oblast

Celek: Zlatohorská vrchovina

Podcelek: Jindřichovská pahorkatina

Okrsek: Opavická niva

Klimatické poměry

Klimatická oblast mírně teplá, do které spadá posuzované území, je charakterizována následovně: Léto je přiměřené, s 20 – 40 letními dny, mírně teplé, s prům. teplotou 13–15°C, přiměřeně vlhké, se srážkami 200 - 400 mm, se 100 - 140 dny se srážkami nad 1 mm. Přejídné období je přiměřeně dlouhé se 140 – 160 mrazovými dny, chladným jarem s prům. teplotou 5–7°C, mírně teplým podzimem s prům. teplotou 6–8°C. Zima je normálně dlouhá s 50 – 60 ledovými dny, mírně chladná s prům. teplotou -2 – -3°C, s přiměřenými srážkami 200 - 400 mm, s přiměřeným trváním sněhové pokrývky 50 – 80 dnů (dle mapové kompozice „VÚKOZ – Klimatické oblasti (1901 – 2000)“ zveřejněné na Národním geoportálu INSPIRE).

Pro zpracování modelu byly jedním z podkladů hydrologická data úhrnů atm. srážek ČHMÚ z klimatologické stanice Krnov za hydrologické roky 2013-2018. Úhrny srážek z období 2008-2012 jsme získali ze stránek Města Krnova z Kroniky města za jednotlivé roky, v předchozích letech nebyly úhrny srážek citovány. Souhrnně jsou data uvedena v následující tabulce. V době průzkumných prací byly úhrny srážek stahovány ze serveru Povodí Ody, s.p. z nejbližší srážkoměrné stanice Krnov-Cvilín.

Tabulka č. 4 Úhrny atmosférických srážek v Krnově v hydrologických letech 2008-2018

Rok	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Měsíc	mm												
Listopad	30,3	14	40,7	81,9	1	26,0	14,5	27,7	16,8	32,9	30,1	–	31,0
Prosinec	16,8	30	59,4	42,8	21,6	6,6	10,9	18,1	9,7	8,7	7,4	–	42,8
Leden	25,8	23,8	71,2	23,5	40,2	44	26	35,7	22	14,5	36,2	–	–
Únor	7,4	35,7	23,1	7,7	26,8	56	8	9,7	65,2	18,5	16	–	–
Březen	24,8	79	22,8	26,5	11,4	57,3	26,3	33,8	21,2	32,5	25	–	–
Duben	44,1	16,6	70,4	36,3	35,8	35,4	40,4	11,9	56,8	121,5	7,8	–	–
Květen	86,9	68,1	198,4	68,2	37,7	89,7	143,8	39	55,4	51,7	121,8	85,2	–
Červen	81	121,5	79,8	101,7	87,1	135,9	89,4	49,2	108,9	33,8	85	25,8	–
Červenec	121,3	107,6	126,3	141	49,4	10,1	114,3	26,4	104,6	84,2	16,7	38,7	–
Srpen	81	35,9	85,9	48,8	58,2	48,3	79,9	12,2	47,4	71,5	40,7	70,0	–
Září	106,6	8,9	76	6,8	42,7	92,2	74,7	33,3	20,5	106,5	64,1	55,4	–
Říjen	17,7	88,1	4,6	33,4	80,5	21,2	37,8	37,1	99,1	64,1	51,6	20,9	–
Celkem	643,7	629,2	858,6	618,6	492,4	622,7	666,0	334,1	627,6	640,4	502,4	–	–

Za období 2008-2018 byl průměrný roční úhrn srážek 603,2 mm s minimem 334,1 mm v roce 2015 a maximem 858,6 mm v roce 2010. Průzkumným pracím předcházel srážkově podnormální rok. Na dotaci podzemních vod se nejčastěji podílí srážky v chladnějším období hydrologického roku.

Hydrologické poměry

Hydrologicky náleží území k povodí Opavy po Moravici, k dílčímu povodí Opavice od Ježnického potoka po potok Mohla, číslo hydrologického pořadí 2-02-01-056.

Řeka Opavice protéká v těsné blízkosti ochranného pásma II. stupně z jižní strany, v jihovýchodní části OP se nachází i zájmová lokalita. Vzdálenost břehové linie řeky Opavice od jižní hranice OP je v rozmezí 18-20 m, pouze západní část zájmové lokality má vzdálenost od řeky vyšší (až 38 m). Východně od zájmové lokality ve vzdálenosti cca 180-220 m protéká vodoteč Mohla, která je levostranným přítokem Opavice.

Dle regionalizace povrchových vod (Vlček V., 1971) jde o region II-B-4-b. Tato oblast je málo vodná s nejvodnějším měsícem březnem, retenční schopnost je malá, odtok je silně rozkolísaný, specifický koeficient odtoku nízký.

3.2. Geologické a hydrogeologické poměry širšího okolí

Z geologického hlediska je skalní podloží širšího okolí zájmového území budováno moravskoslezským paleozoikem českého masívu. V zájmové lokalitě vystupuje spodní karbon (kulm) ve vývoji moravického souvrství (svrchní visé). Jedná se o flyšové souvrství (střídání slepenců, drob, prachovců, jílovců), která jsou provrásněna a silně tektonicky postižená, prostoupená hustou sítí puklin.

Území města Krnova a zájmové území se nachází v protáhlé depresi vzniklé v kulmských horninách zaklesnutím podél okrajového zlomu Nízkého Jeseníku. Kry Nízkého Jeseníku byly erozní činností druhotně hluboce rozřezány při vzniku erozních údolí. Do tohoto silně rozbrázděného reliéfu zasáhl v pleistocénu dvakrát ledovec, jehož vliv je v bližším okolí Krnova dobře sledovatelný. Území je charakteristické mohutným terciérním pokryvem, který tvoří sedimenty glaci-fluviálního, příp. glacialakustrinního původu. Ty jsou překryty kvarténními fluviálními štěrkopísky a povodňovými hlínami údolní nivy řeky Opavice. Mocnost propustných sedimentů je v této oblasti dle mapových podkladů a archívních vrtů v intervalu 12-30 m, v jímacím území Zlatá Opavice přesahuje 70 m, klesá směrem k SZ a k V. Největší mocnost propustných sedimentů je na levém břehu řeky (prostor JÚ Zlatá Opavice).

Glaci-fluviální sedimenty mají v osově části depresí příznivé granulometrické složení s hodnotou $k_f = 7 \cdot 10^{-4}$ m/s. Tyto sedimenty s průlinovou propustností dosahují v centrálních částech depresí mocnosti až 40,0 m. Propustnost svrchních fluviálních sedimentů řeky Opavy a Opavice je srovnatelná s kvalitou glaci-fluviálních sedimentů, dle hydrogeologické mapy (list 15-14 Krnov, M 1 : 50 000) jsou charakterizovány transmisivitou $T = 1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-3}$ m²/s. Plošná propustnost je však snížena chaotickým charakterem sedimentace. Transmisivita kolektoru je hodnocena jako vysoká. Z vodohospodářského hlediska se předpokládá využití podzemní vod soustředěnými odběry menšího regionálního významu (menší skupinové vodovody). Hladina podzemní vody je volná.

Náplavové hlíny tvoří omezeně ochranný kryt, jejichž $k_f = 3,5 \cdot 10^{-5}$ m/s. Kvalita sprašových hlín na okraji údolní nivy je hydraulicky srovnatelná s náplavovými hlínami.

Generelní směr proudění podzemních vod je k soutoku řek Opavy a Opavice, tj. k jihovýchodu.

Dle regionalizace mělkých podzemních vod (Kříž H., 1971) jde o region II F 3 – region se sezónním doplňováním zásob, se specifickým odtokem podzemních vod $0,51-1,00$ l.s⁻¹.km⁻², s nejvyššími průměrnými měsíčními stavy hladin podzemní vody v měsících květen-červen, s nejnižšími stavy v měsících září-listopad.

Z hlediska hydrogeologické rajonizace ČR (HEIS VUV) se řadí zájmová lokalita do rajónu 1520 – Kvartér Opavy (svrchní vrstva) a do rajónu 6611- Kulm Nízkého Jeseníku v povodí Odry (základní vrstva).

3.3. Ochranná pásma v širším okolí zájmové lokality

Zájmová lokalita neleží v CHOPAV (chráněná oblast přirozené akumulace vod). V posuzovaném území „zranitelné oblasti“ dle Nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu, nejsou.

Nejbližší záplavové území vede podél toku Opavice, rozliv při průtoku Q_5 kopíruje linii jižního ohraničení ulice Petrovická, rozliv při průtoku Q_{100} nepřekračuje severní ohraničení této komunikace. Zájmová lokalita leží mimo záplavové území.

Dle § 32 zákona č. 254/2001 Sb. o vodách všechny povrchové vody na území České republiky jsou vymezeny jako citlivé oblasti. Vodní tok Opavice dle NV č. 71/2003 Sb. se řadí do kategorie lososové vody.

Chráněná území dle zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny na posuzované lokalitě a v nejbližším okolí nejsou.

Podle údajů ČGS – Geofondu ČR zájmová lokalita neleží v prostoru žádného poddolovaného území ani chráněného ložiskového území a ani nespadá mezi území náchylné k svahovým nestabilitám. Nejsou zde rovněž evidována žádná oznámená důlní díla.

3.4. Jímací území Krnov – Zlatá Opavice

Významné jímací území Krnov - Zlatá Opavice je situováno na severním okraji Krnova, na levém břehu Opavice. Z hydrogeologického hlediska se jedná o hydrogeologickou strukturu v průlínovém kvartérmním a terciárním prostředí, které zde dosahuje mocnosti více než 70 m (štěrky, písky). V jeho podloží se nachází pevný skalní masív tvořený horninami nízkojesenického spodního karbonu – kulmu.

Prameniště Zlatá Opavice je vzhledem ke své kapacitě prioritním zdrojem celého vodovodu Krnov. Voda pro úpravnu vody je jímána v prameništi, kde je využíváno 9 vrtů s hloubkou 30-40 m. Prameniště pracuje spolehlivě již řadu let s využitelnou celkovou vydatností 92 l/s a možným krátkodobým přetížením až na 110 l/s (info www.kvak.cz).

Vodárenský význam hydrogeologické struktury je velký. K nejvýznamnějším vodárenským odběrům podzemní vody patří kromě jímacího území Zlatá Opavice (90 l/s, v současné době cca 30 l/s) i jímací území Krnov-Kostelec (32 l/s) a Město Albrechtice (10 l/s).

Zájmová lokalita pro výstavbu sportovního areálu je situována v jihovýchodním okraji ochranného pásma II. stupně jímacího území Krnov – Zlatá Opavice, stanoveného rozhodnutím Okresního úřadu Bruntál, č.j. RŽP/voda/8658/2000/231/129/Ur/7.

Krnovské vodovody a kanalizace s.r.o. mají povolení k odběru podzemní vody rozhodnutím OkÚ v Bruntále, č.j. RŽP/8621/01/231/pa/139 ze dne 26.9.2001 na průměrné denní množství 60 l/s a maximální denní množství 90 l/s.

V současné době se čerpá v rozmezí 30-32 l/s. Během posledních let lze sledovat postupný pokles odběru. Maximální odběry byly v letech 1980-1983 a činily 83-91 l/s. Vzhledem

k několikaročnímu suchému období a prognostikovanému obdobnému vývoji v budoucích letech nelze vyloučit, že se čerpané množství do budoucna zvýší. S dočasně zvýšeným odběrem je nutné počítat při odstavení JÚ Krnov-Kostelec, které dodává cca 40% vody do vodárenského systému.

Zásoby podzemních vod jímacího území Zlatá Opavice jsou tvořeny:

- infiltrací z atmosférických srážek ve výše položeném povodí Opavice
- přítokem vod z kvartérních fluviálních uloženin řeky Opavice
- přítokem přehloubeným korytem Opavice ze směru od SZ
- infiltrací povrchové vody Opavice a Opavy do kvartérních sedimentů údolní terasy.

Přírodní zdroje prameniště jsou závislé na doplňování přírodních dynamických zásob, na kterém se z cca 80 % podílí přítoky podzemní vody z vyšších částí povodí a infiltrace srážek, zhruba z 20% se pak uplatňují indukované zdroje – vzezování povrchové vody z řek Opavice, popř. Opavy do kolektoru.

V průběhu výstavby obchvatu I/57 dojde k trvalému odstavení dvou čerpaných vrtů nejbližší SV obchvatu a tyto vrty budou nahrazeny novými v severním konci jímacího území. Při čerpaném množství vody se vytváří deprese. Rozvodnice vymezuje území, nacházející se pod vlivem hydraulické deprese, vyvolané čerpáním na vodním zdroji. Z takto vymezené oblasti může případné znečištění migrovat směrem k jímaným objektům.

Při stávajícím čerpání (30-32 l/s) i dvojnásobném (60-64 l/s) se dosah deprese dle modelu rozšiřuje výrazně za řeku Opavici až do centra (ul. Říční okruh, ul. Albrechtická), obě linie se příliš neliší, stejně tak na severu, kde dosah deprese se blíží státní hranici. Na západě dosah deprese zasahuje až za státní hranice do Polska. Na východní straně při současném čerpání dosah deprese dojde až do zástavby Hlubčického předměstí a za řeku Opavu, při dvojnásobném čerpání se dosah zvětší až k Opavskému předměstí. Po výstavbě náhradních vrtů a zahájení čerpání na nich se s odstavením 2 jižních jímacích vrtů dosah deprese mění jen minimálně.

4. VYHODNOCENÍ PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

4.1. Geologické a hydrogeologické poměry zájmové lokality

Vrty byly realizovány pouze do hloubky 5 m pro upřesnění geologického profilu fluviálních sedimentů, propustnosti prostředí v připovrchové vrstvě a úrovně hladiny podzemní vody.

Tabulka č. 5 Geologická stavba

vrt	PV-1	PV-2	PV-3	PV-4	PV-5	PV-6
hloubkový interval	(m)					
Navážky	–	0,0-0,4	0,0-0,3	–	–	–
Hlíny humózní	0,0-0,3	–	–	0,0-0,1	0,0-0,3	0,0-0,1
Hlíny povodňové	0,3-1,9	0,4-1,8	0,3-1,3	0,1-1,4	0,3-1,4	0,1-1,3
Štěrky fluviální	1,9-5,0	1,8-5,0	1,3-5,0	1,4-5,0	1,4-5,0	1,3-5,0
Naražená hladina m p.t.	2,50	2,60	2,90	4,60	2,10	4,80
Ustálená hladina m p.t. 10.6.2019	2,52	2,50	2,52	2,08	2,08	3,22

Geologické profily realizovaných vrtů tvoří přílohu č. 3, geologické řezy 1-1' a 2-2' jsou zobrazeny v příloze č. 4. Fotodokumentace vrtných jader je uvedena v příloze č. 12.

Tabulka č. 6 Propustnost zemin

Vrt	Hloubka (m p.t.)	Typ zeminy *	Koeficient filtrace (m/s)	Propustnost dle Jetela
PV-2	2,6-3,0	šterk G5 GC	$1,58 \cdot 10^{-6}$	dosti slabá
PV-4	1,6-2,0	šterk G3 G-F	$1,68 \cdot 10^{-5}$	mírná
PV-5	1,4-2,0	šterk G3 G-F	$2,32 \cdot 10^{-5}$	mírná
PV-5	3,7-4,5	šterk S5 SC	$1,10 \cdot 10^{-6}$	dosti slabá
PV-6	2,6-3,0	šterk G3 G-F	$1,11 \cdot 10^{-5}$	mírná

Pozn. * ... zařazení dle ČSN 736133

Náplavové hlíny, které jsou poměrně málo mocné (cca 0,5-1,0 m) a slabě propustné (koeficient filtrace $k_f = n \cdot 10^{-7}$ m/s), tvoří nedostatečně mocný ochranný kryt proti vnikání povrchového znečištění do vod podzemních ve vodohospodářsky velmi významné zvodni fluviálních a glacifluviálních šterků. Průzkumnými pracemi v centrální části parcely 1185/1 se šterky vyskytují od povrchu terénu, krycí vrstva náplavových hlín zcela chybí (sondy K-1 až K-3 v lit.7). Lokálně se mohou místo náplavových hlín vyskytovat navážky, které byly ověřeny sondami pouze v okolí stávající bazény (lit. 7). V blízkosti toku se nachází původní koryto řeky Opavice, které průzkumnými vrty nebylo zastiženo. Místa původního koryta mají zvýšenou propustnost (lit.7).

Hlavním kolektorem jsou fluviální a glacifluviální šterky, lokálně i glacialakustrinní písky, tvořené dobře průlinově propustnými šterky a písky ($k_f = n \cdot 10^{-3}$ až $n \cdot 10^{-5}$ m/s), jejichž mocnost se v jímacím území pohybuje v desítkách metrů. Fluviální a glacifluviální šterky (kvartér, pleistocén) tvoří většinou jeden kolektor. Mohou být odděleny vrstvou jílovitých sedimentů, které se nejčastěji vyskytují v hloubce cca 6-8 m p.t., v různých mocnostech a místy chybí. Šterky mají proměnlivou mocnost a časté faciální změny v horizontálním a vertikálním směru. Funkci podložního poloizolátoru pro šterkový kolektor tvoří glacigenní (morénové) sedimenty charakteru souvkových hlín, jílu a hlinitých šterků, funkci izolátoru plní benešovské vrstvy spodního karbonu (kulm). Průzkumnými pracemi byly zastiženy pouze fluviální šterky, jejich strop byl zastižen v hloubce 1,3-1,9 m p.t., místy vycházejí až na povrch (sondy K-1 až K-3, lit.7). Propustnost, daná koeficientem filtrace na základě laboratorně stanoveného koeficientu filtrace, se pohybuje v různých hloubkových intervalech od $1,6 \cdot 10^{-6}$ - $1,1 \cdot 10^{-5}$ m/s, což představuje dle Jetela propustnost dosti slabou až mírnou. Zřejmě se jedná o polohy s vyšším podílem jemnozrné frakce.

Hladina podzemní vody je volná a její úroveň je ovlivněna vodárenským odběrem v nedalekém jímacím území. Režim kolísání hladiny podzemní vody v zájmovém území je pod dvojitým vlivem. V první řadě je to vliv režimu atmosférických srážek, který určuje pravidelný roční sinusoidní chod hladiny podzemní vody s minimem na podzim a maximem na jaře. Roční amplituda tohoto vertikálního pohybu hladiny obvykle nepřekračuje 1 m. Přes tento režim se v blízkosti řeky přikládá příříční režim, určovaný chodem hladin v řece Opavici a Opavě. Režim atmosférických srážek má rozhodující vliv na tvorbu zásob podzemní vody.

Režim podzemních vod je podrobně vyhodnocen na základě režimního měření v kapitole 4.3.

4.2. Vyhodnocení vsakovacích zkoušek

Na základě provedených výpočtů z nálevových a vsakovacích zkoušek byly stanoveny rychlosti vsakování a následně koeficienty vsaku (k_{vsak}) vzhledem k vsakovací ploše.

- **NÁLEVOVÁ ZKOUŠKA - výpočet koeficientu vsaku**

Při výpočtu koeficientu vsaku k_v byl z reálného objemu vody, aplikovaného z nádrže do vrtu, ve stanovených časových intervalech, s určitým množstvím nalévané vody, vypočten zasáknutý objem vody do vrtu, který ve stanovených časových intervalech pak umožňuje vypočítat rychlost vsakování tohoto objemu. Koeficient vsaku byl pak vypočten z rychlosti vsaku vzhledem k vsakovací ploše. Zasáknutý objem vody do vrtu při nálevu je rozdílem aplikovaného objemu vody do vrtu a přírůstku vody ve vrtu mezi jednotlivými měřenými časovými úseky.

VRT PV-2

Při nálevové zkoušce na vrtu PV-2 se k_v pohyboval v rozmezí hodnot $8,50 \cdot 10^{-3}$ (nálev na začátku zkoušky do suchého vodou nenasyčeného prostředí) až $3,38 \cdot 10^{-4}$ m.s⁻¹. Průměrná hodnota koeficientu vsaku při celém nálevu byla vypočtena $3,38 \cdot 10^{-3}$ m.s⁻¹.

VRT PV-4

Při nálevové zkoušce na vrtu PV-4 se k_v pohyboval v rozmezí hodnot $3,40 \cdot 10^{-3}$ (nálev na začátku zkoušky do suchého vodou nenasyčeného prostředí) až $2,50 \cdot 10^{-4}$ m.s⁻¹. Průměrná hodnota koeficientu vsaku při celém nálevu byla vypočtena $5,55 \cdot 10^{-4}$ m.s⁻¹.

VRT PV-5

Při nálevové zkoušce na vrtu PV-5 se k_v pohyboval v rozmezí hodnot $2,64 \cdot 10^{-3}$ (nálev na začátku zkoušky do suchého vodou nenasyčeného prostředí) až $4,16 \cdot 10^{-4}$ m.s⁻¹. Průměrná hodnota koeficientu vsaku při celém nálevu byla vypočtena $1,82 \cdot 10^{-3}$ m.s⁻¹.

VRT PV-6

Při nálevové zkoušce na vrtu PV-6 se k_v pohyboval v rozmezí hodnot $6,07 \cdot 10^{-3}$ (nálev na začátku zkoušky do suchého vodou nenasyčeného prostředí) až $4,84 \cdot 10^{-5}$ m.s⁻¹. Průměrná hodnota koeficientu vsaku při celém nálevu byla vypočtena $3,02 \cdot 10^{-4}$ m.s⁻¹.

- **ZASAKOVACÍ ZKOUŠKA - výpočet koeficientu vsaku**

Po ukončení nálevu byl z rozdílu hladin a průměru vrtu vypočten zasáknutý objem, který vztážen k době zasakování udává dílčí zasakovací rychlost (Q_{zk} přítok vody do objektu) v čase jako funkci tlakové výšky vodního sloupce v objektu. Koeficient vsaku byl pak opět vypočten z rychlosti vsaku vzhledem k vsakovací ploše.

VRT PV-2

Při vsakovací zkoušce na vrtu PV-2 se k_v pohyboval v rozmezí hodnot $1,1 \cdot 10^{-2}$ (vsak s nejvyšším sloupcem vody ve vrtu) až $3,27 \cdot 10^{-5}$ m.s⁻¹. Průměrná hodnota koeficientu vsaku byla vypočtena na $6,47 \cdot 10^{-4}$ m.s⁻¹.

VRT PV-4

Při vsakovací zkoušce na vrtu PV-4 se k_v pohyboval v rozmezí hodnot $3,43 \cdot 10^{-4}$ až $5,56 \cdot 10^{-6}$ m.s⁻¹. Průměrná hodnota koeficientu vsaku byla vypočtena na $1,84 \cdot 10^{-4}$ m.s⁻¹.

VRT PV-5

Při vsakovací zkoušce na vrtu PV-5 se k_v pohyboval v rozmezí hodnot $5,37 \cdot 10^{-3}$ (vsak s nejvyšším sloupcem vody ve vrtu) až $3,53 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$. Průměrná hodnota koeficientu vsaku byla vypočtena na $9,95 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$.

VRT PV-6

Při vsakovací zkoušce na vrtu PV-6 se k_v pohyboval v rozmezí hodnot $3,47 \cdot 10^{-5}$ (vsak s nejvyšším sloupcem vody ve vrtu) až $1,23 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$. Průměrná hodnota koeficientu vsaku byla vypočtena na $2,05 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$.

Výsledné hodnoty koeficientu vsaku jsou nejvyšší na začátku zkoušky v průběhu nálevu, kdy horninové prostředí je ještě suché, vodou nenasyčené a je tedy schopno zasáknout větší množství vody a zároveň při nejvyšším sloupci vody ve vrtu.

Na začátku vsakovací zkoušky je sloupec vody v zasakovacím objektu po ukončení nálevu nejvyšší a tedy i nejvyšší hodnotu má hydrostatický tlak tohoto vodního sloupce. Postupně se zasakujícím množstvím vody se tlak snižuje a snižuje se i vsakovací rychlost a tedy i analogicky hodnota koeficientu vsaku ($k_v = \text{vsakovací rychlost} / \text{zasakovací ploše}$).

- **Hodnoty koeficientů vsaku z nálevové a vsakovací zkoušky**

Následující tabulka uvádí přehledně vypočtené průměrné hodnoty koeficientu vsaku z nálevové a ze vsakovací zkoušky a jejich průměrnou hodnotu.

Tabulka č. 7 Průměrné hodnoty koeficientů vsaku

Vrt	objem nálevu (l)	k_v nálev (m.s^{-1})	k_v vsak (m.s^{-1})	k_v průměr (m.s^{-1})
PV-2	603	$3,38 \cdot 10^{-3}$	$6,47 \cdot 10^{-4}$	$2,01 \cdot 10^{-3}$
PV-4	441	$5,55 \cdot 10^{-4}$	$1,84 \cdot 10^{-4}$	$3,70 \cdot 10^{-4}$
PV-5	799	$1,82 \cdot 10^{-3}$	$9,95 \cdot 10^{-4}$	$1,41 \cdot 10^{-3}$
PV-6	368	$3,02 \cdot 10^{-4}$	$2,05 \cdot 10^{-5}$	$1,61 \cdot 10^{-4}$

Výše uvedené hodnoty koeficientu vsaku vypočtené z orientačních nálevových a vsakovacích zkoušek jsou charakteristické pro propustné prostředí, které v místě zájmové lokality tvoří hlinitopísčité štěrky.

- **Archivní vsakovací zkoušky**

V rámci literatury (7) byly v roce 2018 na 3 vrtech K-1 až K-3 provedeny orientační vsakovací zkoušky jednorázovým nálevem 50 l. Po dobu 60 minut byl sledován pokles hladiny. Výsledky jsou shrnuty do následující tabulky.

Tabulka č. 9 Výsledky orientačního vsaku

sonda	hloubka sondy	doba zásaku	výška vsáknutého sloupce	koeficient vsaku
	(m)	(min)	(m)	(m/s)
K-1	2,5	1	0,01	$1,2 \cdot 10^{-2}$
K-2	2,9	60	1,12	$8,8 \cdot 10^{-6}$
K-3	2,5	60	0,89	$4,8 \cdot 10^{-6}$

V místě sondy K-1 byly ověřeny příznivé vsakovací podmínky, kdy po jednorázovém nálevu došlo k minimálnímu nástupu hladiny a voda v průběhu nálevu stihla během 1 minuty vsakovat. Zhoršené podmínky pro vsakování byly vysledovány v prostoru sond K-2 a K-3.

- **Shrnutí koeficient vsaku**

Vsakovací schopnosti prostředí vykazují hodnoty koeficienty vsaku $k_v = n \cdot 10^{-2} - n \cdot 10^{-6}$ m/s. Rozmezí hodnot je poměrně vysoké a je závislé na podílu jemnozrnných částic v propustných vrstvách. Nejvyšší hodnoty koeficientu vsaku byly ověřeny v archívni sondě K-1 a ve vrtu PV-2 a PV-5 ($k_v = n \cdot 10^{-2} - n \cdot 10^{-3}$ m/s), nepatrně nižší hodnoty koeficientu vsaku ($k_v = n \cdot 10^{-4}$ m/s) byly ověřeny ve vrtu PV-4 a PV-6. Nejnižší vsakovací schopnost prostředí byla ověřena v sondách K-2 a K-3 (lit.7). Tyto objekty jsou situovány při severní hranici parcely 1185/1.

V příloze č. 7 jsou výsledné hodnoty koeficientu vsaku přiřazeny k vrtům a z mapy je patrné, že nejvyšší vsakovací schopnost byla u sondy K-1 (západní okraj minigolfu) a ve vrtech PV-2 a PV-5 (příbřežní část, západně od ul. Petrovické). Dle podílu jemnozrnné výplně fluvialních štěrků závisí vsakovací schopnosti prostředí. Zcela rozdílné hodnoty koeficientu vsaku od $n \cdot 10^{-2}$ až po $n \cdot 10^{-6}$ m/s vyšly na poměrně malé ploše mezi vrtem PV-6 a sodami K-1 a K-2.

4.3. Režimní měření

Za účelem poznání přirozeného kolísání hladin podzemní vody v kvartérních sedimentech bylo na monitorovacích vrtech provedeno měření ustálené hladiny podzemních vod 1x měsíčně na všech vybudovaných vrtech a na 2 odměrných místech pro povrchový tok (řeka Opavice). Výsledky jsou shrnuty v tabulce č.10.

V průběhu průzkumných prací byly nejčastěji maximální hladiny naměřeny na začátku režimního měření dne 10.6.2019, v dalším termínu byly max. hladiny ověřeny u 4 vrtů dne 10.9.2019. Minimální hladiny byly nejčastěji naměřeny 8.8.2019 u většiny vrtů s výjimkou vrtu PV-6 včetně povrchového toku. Největší rozkyv hladin podzemní vody ve sledovaném období byl ve vrtech PV-6 (0,29 m) a PV-5 (0,23 m), tj. ve vrtech vzdálenějších od řeky Opavice. Ve vrtech v břehové linii řeky byl rozkyv hladin nižší od 0,10 m (PV-2) do 0,17 (PV-4). V rámci jednotlivých kol měření byla nejnižší úroveň vždy zaměřena ve vrtu PV-6, kde se zřejmě výrazněji projevuje vliv čerpání v jímacím území. K vrtu PV-6 směřují podzemní vody z příbřežní zóny. Krátkodobé čerpání z vrtu Kr-1 pro potřeby letního koupaliště se měřením neprokázalo. Rozdíly hladin v jednotlivých směrech udává tabulka č.11.

Z nejbližšího vrtu ČHMÚ VO034 Krnov - Horní předměstí dle průměrných měsíčních stavů hladin podzemní vody během hydrologických let 2011-2018 se rozkyv hladin pohybuje od 0,2 do 0,9 m. Tento vrt je od koupaliště již poměrně daleko, ale má vypovídající schopnost o režimu podzemních vod v kolektoru.

Z pravidelného monitoringu podzemních vod v okolí jímacího území (Galgánek J.) za období 2012-2019 je v nejbližším pozorovacím vrtu P-20, který je situovaný mezi ul. Petrovickou a Starou Petrovickou (vzdálenost mezi PV-5 a P-20 je 274 m SV), rozkyv od 0,4 do 0,6 m. V roce 2019 zde byly provedeny pouze 2 záměry v jarním období.

V zájmovém území nebude dle jiných pozorovacích vrtů v širším okolí rozkyv tak velký, ale lze předpokládat, že v období srážkově normálním až nadnormálním dojde ke zvýšení hladin podzemní vody o několik dm.

Ze zaměřených hodnoty byly sestaveny mapy hydroizohyps (příloha č. 5). V prostoru zájmové lokality se ve vrtech v blízkosti toku projevuje hydraulická spojitost kolektoru s povrchovým tokem. Směr proudění podzemních vod je ovlivněn příříční zónou. Nejnižší hladina v rámci každého kola režimního měření byla ověřena vrtem PV-6. Zde se projevuje vliv čerpání v jímacím území. Ve vrtu PV-5, který je od tohoto vrtu vzdálený cca 127 m východně, je hladina výše o 0,53-0,67 m. Hydroizohypsy, sestavené z maximální a minimální úrovně hladiny se příliš neliší. Generelní směr proudění podzemních vod je k jihovýchodu, k soutoku řek Opavice a Opavy, jak je patrné z přílohy č. 6.

Tabulka č. 10 Režimní měření

vrt		PV-1	PV-2	PV-3	PV-4	PV-5	PV-6	most	lávka
Z-odm. bod	m n.m.	317,15	316,93	316,67	316,07	316,04	316,68	317,57	318,49
10.6.2019	m od OB	3,04	3,10	3,10	2,68	2,68	3,85	-	-
	m p.t.	2,52	2,50	2,52	2,08	2,04	3,22	-	-
	m n.m.	314,11	313,83	313,57	313,39	313,36	312,83	-	-
13.6.2019	m od OB	3,05	3,11	3,12	2,70	2,72	3,90	-	-
	m p.t.	2,53	2,51	2,54	2,10	2,08	3,27	-	-
	m n.m.	314,10	313,82	313,55	313,37	313,32	312,78	-	-
17.7.2019	m od OB	3,15	3,19	3,24	2,82	2,86	4,11	3,96	4,45
	m p.t.	2,63	2,59	2,66	2,22	2,22	3,48	-	-
	m n.m.	314,00	313,74	313,43	313,25	313,18	312,57	313,61	314,04
8.8.2019	m od OB	3,16	3,19	3,25	2,85	2,91	4,12	3,96	4,45
	m p.t.	2,64	2,59	2,67	2,25	2,27	3,49	-	-
	m n.m.	313,99	313,74	313,42	313,22	313,13	312,56	313,61	314,04
10.9.2019	m od OB	3,04	3,09	3,10	2,68	2,73	3,94	3,86	4,34
	m p.t.	2,52	2,49	2,52	2,08	2,09	3,31	-	-
	m n.m.	314,11	313,84	313,57	313,39	313,31	312,74	313,71	314,15
9.10.2019	m od OB	3,12	3,16	3,18	2,75	2,80	4,00	3,91	4,40
	m p.t.	2,60	2,56	2,60	2,15	2,16	3,37	-	-
	m n.m.	314,03	313,77	313,49	313,32	313,24	312,68	313,66	314,09
5.11.2019	m od OB	3,14	3,18	3,23	2,80	2,85	4,05	3,95	4,43
	m p.t.	2,62	2,58	2,65	2,20	2,21	3,42	-	-
	m n.m.	314,01	313,75	313,44	313,27	313,19	312,63	313,62	314,06
3.12.2019	m od OB	3,13	3,17	3,20	2,78	2,83	4,14	3,81	4,41
	m p.t.	2,61	2,57	2,62	2,18	2,19	3,51	-	-
	m n.m.	314,02	313,76	313,47	313,29	313,21	312,54	313,76	314,08
rozkyv	-	0,12	0,10	0,15	0,17	0,23	0,29	0,15	0,11

Vysvětlivky: **314,00** maximální hodnota úrovně hladiny podzemní vody ve vrtu
314,00 minimální hodnota úrovně hladiny podzemní vody ve vrtu

Tabulka č. 11 Rozdíly hladin podzemní vody v různých směrech

směr	vt	rozdíl (m)	vt	rozdíl (m)
západ - východ	PV-1 až PV-4	0,71 – 0,77	PV-6 až PV-5	-0,53 – -0,67
sever - jih	PV-6 až PV-1	-1,28 – -1,48	PV-5 až PV-4	-0,03 – -0,09

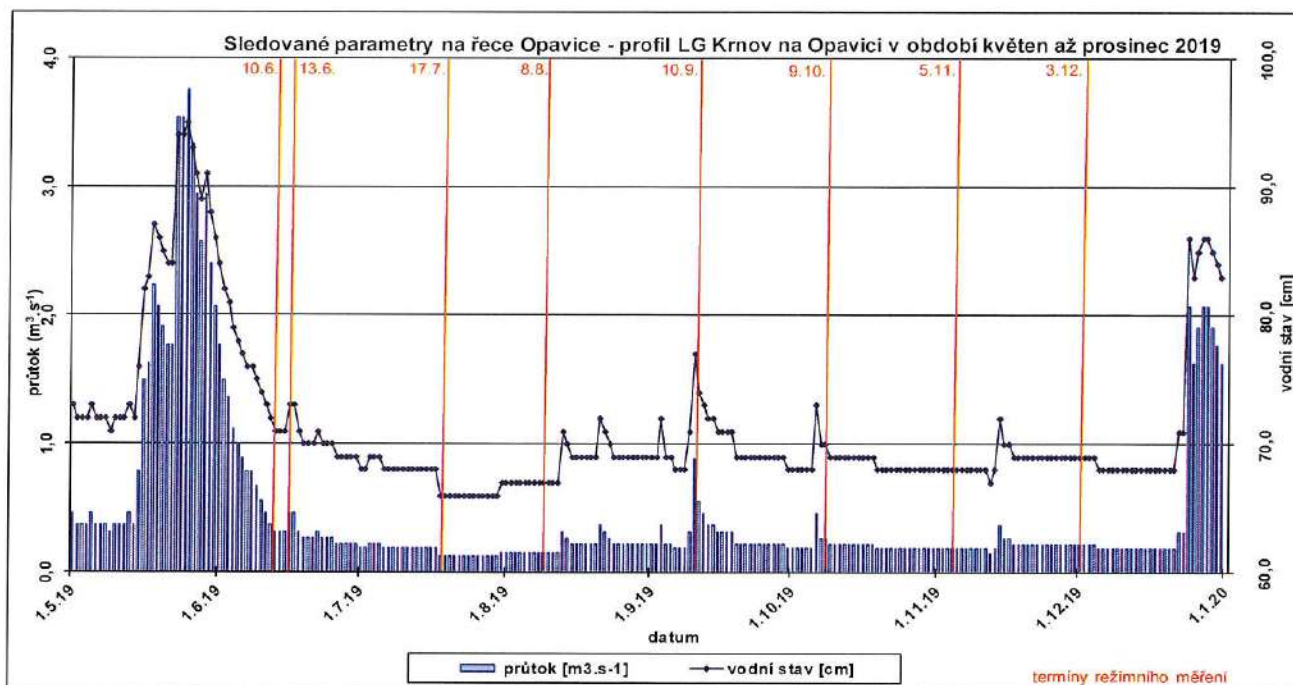
Z výsledků měsíčních měření je patrné, že povrchové vody v prostoru letního bazénu jsou v relaci s podzemními vodami, směrem k východu je hladina v řece Opavici výše o cca 0,3-0,5 m. Na základě modelu bylo stanoveno, že břehová infiltrace z Opavice v oblasti dosahu vodárenského jímání v JÚ Zlatá Opavice dosahovala hodnot přibližně 25 l/s.

V okolí zájmové území, resp. monitorovacích vrtů je na vodních tocích měřicí bod dle firmy Povodí Odry na řece Opavici – profil Krnov a řece Opavě – profil Krnov, nejbližší srážkoměrná stanice je Krnov- Cvilín.

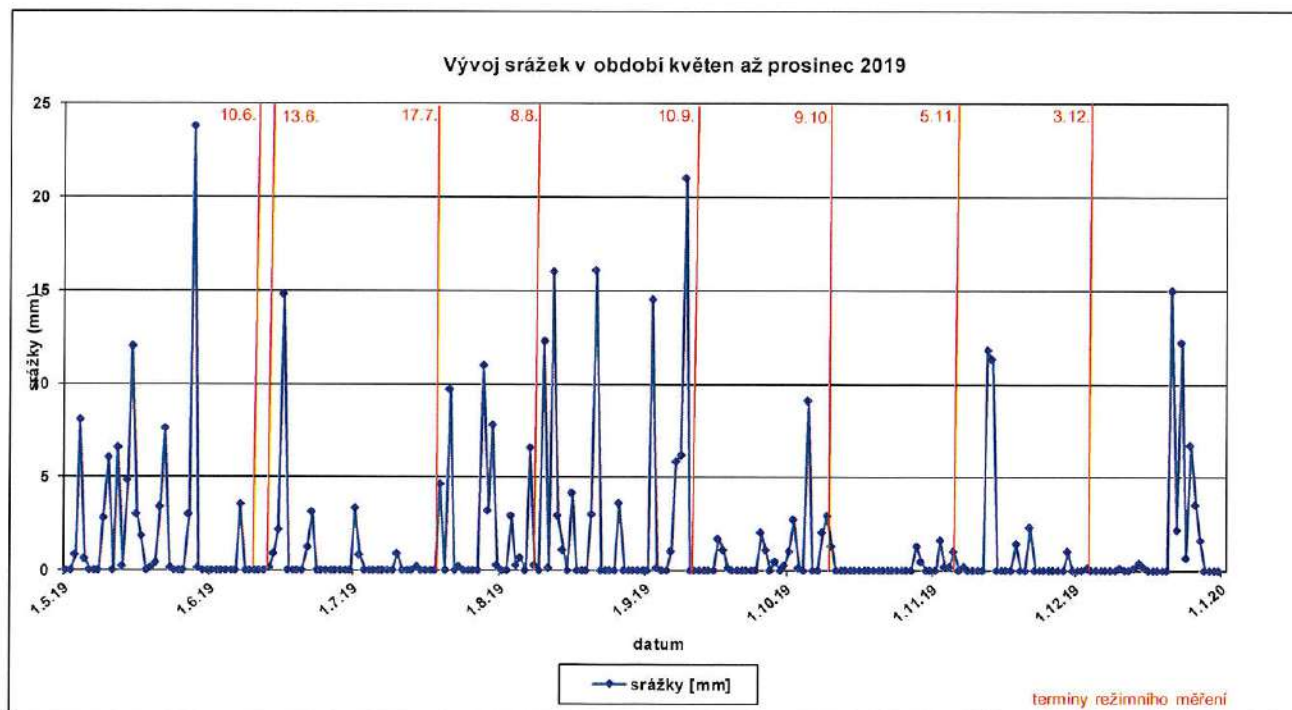
Denní hodnoty průtoků, resp. výšky povrchového toku a atm.srážek v těchto stanicích jsou uvedeny v následujících grafech č. 1 a 2. Z grafů je patrné, že vlivem vyšších úhrnů srážek se téměř okamžitě zvýší průtoky v povrchových tocích. Obdobný průběh se dá očekávat i u podzemních vod s určitým časovým zpožděním.

Z grafů, které jsou uvedeny dále, je patrné, že realizace vrtů a tím i počáteční záměry hladin probíhaly po období s větším úhrnem srážek, kdy byly zjištěny maximální úrovně hladin ve většině vrtů, obdobně tomu bylo i při měření 10.9.2019. Minimální hladiny byly naměřeny začátkem srpna, kdy v předchozích 2 měsících spadlo jen 25,8 mm, resp. 38,7 mm srážek a kdy srážky nemají vliv na dotaci podzemních vod, protože většina srážek se v létě odpaří nebo je spotřebuje vegetační kryt.

Graf č. 1



Graf č. 2



4.4. Vyhodnocení chemismu podzemních vod

Pro stanovení kvality podzemních vod byly ze 4 pozorovacích vrtů odebrány vzorky podzemní vody pro stanovení úplného chemického rozboru (základní anionty a kationty) a C₁₀-C₄₀. V následující tabulce jsou shrnuty výsledky chemických analýz.

Tabulka č. 12 Výsledky chemických analýz

č.	ukazatel	symbol	jednotka	PV-2	PV-4	PV-5	PV-6	MH	NMH	DH
13	amonné ionty	NH ₄ ⁺	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	0,34	0,50		
23	dusičnany	NO ₃ ⁻	mg/l	1,93	11,4	7,33	0,55		50	
24	dusitany	NO ₂ ⁻	mg/l	0,018	0,011	0,017	0,032		0,50	
28	hořčík	Mg	mg/l	6,08	6,08	7,30	10,30	*10		20-30
29	chem. spotřeba kyslíku (manganistanem)	CHSK _{Mn}	mg/l	0,92	<0,30	<0,30	0,95	3,0		
33	chloridy	Cl ⁻	mg/l	19,5	23	21,3	33,7	100		
38	konduktivita	κ	mS/m	29,5	30,0	30,4	46,3	125		
40	mangan	Mn	mg/l	0,025	0,014	0,013	3,35	0,050		
49	pH	pH	-	6,5	6,6	6,7	7,0	6,5-9,5		
53	sířany	SO ₄ ⁻	mg/l	43,6	32,9	32,1	42,4	250		
54	sodík	Na	mg/l	10,2	12,8	10,1	18,2	200		
62	vápník	Ca	mg/l	39,1	36,1	38,1	60,1	*30		40-80
63	vápník a hořčík (tvrdost výpočet)	Ca+Mg	mmol/l	1,23	1,15	1,25	1,93			2-3,5
65	železo	Fe	mg/l	0,551	0,374	0,529	0,380	0,20		

parametry, nesledované vyhl. 252/2004 Sb.

rozpuštěné látky -105 °C	-	mg/l	234	214	218	311
hydrogenuhličitaný	HCO ₃ ⁻	mg/l	97,60	94,55	103,70	189,10
fosforečnany	PO ₄ ³⁻	mg/l	0,081	0,124	0,156	0,067
draslík	K	mg/l	1,98	1,94	1,93	1,80
celková mineralizace	-	mg/l	220	219	222	359
C ₁₀ -C ₄₀	C ₁₀ -C ₄₀		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Vysvětlivky :

1,0	MH	.....	mezní hodnota
*1,0	MH	.....	mezní hodnota představuje minimum
PPO	MH	.....	mezní hodnota - přijatelná pro odběratele
1,0	NMH	.....	nejvyšší mezní hodnota
1,0	DH	.....	doporučená hodnota

Podzemní voda je dle pH slabě kyselá až neutrální (PV-6), dle celkové tvrdosti měkká až středně tvrdá (PV-6) a dle celkové mineralizace měkká.

Srovnáním výsledků s vyhl. MZ č. 252/2004 Sb. v platném znění, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, nebyla u žádného parametru překročena nejvyšší mezní hodnota. Mezní hodnota byla překročena u Fe ve všech vrtech. V případě hořčíku jsou jeho obsahy ve vrtech PV-2, PV-4 a PV-5 nižší než mezní hodnota, která představuje minimum, a rovněž jsou nižší u všech vrtů než je doporučená hodnota.

Parametr, který odráží celkový chemismus podzemních vod, je celková mineralizace, resp. el. konduktivita. Nejvyšší hodnota byla ověřena vrtem PV-6, v ostatních vrtech jsou hodnoty o cca 1/3 nižší. Největší podíl na vyšší mineralizaci, resp. el. konduktivitě má obsah hydrogenuhličitanů a vápníku, nepatrně vyšší jsou i hodnoty chloridů a sodíku.

Obsah C₁₀-C₄₀ je ve všech vrtech pod mezí detekce laboratorní metody.

Z hodnocení znečištění podzemní vody stavebním monitoringem v přímém okolí OP II. stupně Zlaté Opavice dle lit. 8 vyplývá, že ve vrtech v okolí OP II. stupně byly v roce 2018 zjištěny mírně nadstropové koncentrace C₁₀-C₄₀ a NEL. V areálu koupaliště byly obsahy ropných látek zjištěny ve vrtu Kr-1 (NEL 0,07 mg/l), umístěného uvnitř OP II. stupně. Hodnoty C₁₀-C₄₀ byly ověřeny i SV od hranice OP II. stupně (ul. Stará Petrovická) ve vrtu P-20 (C₁₀-C₄₀ 0,16 mg/l). Za rok 2019 nejsou výsledky monitoringu k dispozici.

Z hlediska platné legislativy není parametr NEL v současné době hodnocený žádným předpisem. Obsahy C₁₀-C₄₀ nejsou vyhláškou MZ č. 252/2004 Sb. v platném znění, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, sledovány. V současné legislativě je pro parametr C₁₀-C₄₀ v podzemní vodě stanoven indikátor znečištění dle Metodického pokynu MŽP pro sanační lokality 0,5 mg/l.

Dle vyhlášky č.349/2016 Sb., kterou se mění vyhláška č. 5/2011 Sb., o vymezení hydrogeologických rajonů a útvarů podzemních vod, způsobu hodnocení stavu podzemních vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu podzemních vod, ve znění vyhlášky č. 264/2015 Sb. je norma jakosti pro C₁₀-C₄₀ 0,1 mg/l. Obsah C₁₀-C₄₀ ve vrtu P-20 může značit znečištění v okolí vrtu (např. splachy z cesty).

Ve vrtu Kr-1 byla rozbořem v VIII.2018 (lit.8) ověřena vyšší hodnota el. konduktivity 58,5 mS/m, vyšší obsahy síranů 96,7 mg/l, Ca 82,5 mg/l, Mn 0,6 mg/l, Na 24,1 mg/l, K 2,1 mg/l, NH₄ 0,46 mg/l, v rozboru z XII. 2018 byly u většiny těchto ukazatelů hodnoty nižší.

V době průzkumných prací v roce 2005 pro obchvat I/57 (lit. 4) byla vrtem JHK-41, který byl situován v trase obchvatu západně od ul. Petrovická, ověřena celková mineralizace 489 mg/l, el. konduktivita 67,6 mS/m, vyšší obsahy síranů 188 mg/l, Ca 66 mg/l, Mn 9,7 mg/l, Na 17,3 mg/l, K 7,5 mg/l, NH₄ 0,65 mg/l, CHSK_{Mn} 5,3 mg/l a NEL 0,1 mg/l.

Zvýšené hodnoty základních iontů jsou ve vrtech Kr-1, PV-6 a JHK-41 obdobné a liší se od okolních vrtů.

Z výsledků současných i archívních analýz je zřejmé, že chemismus podzemních vod je ovlivněn a to, jak v okolí OP II. stupně, tak i uvnitř a to v areálu koupaliště ve vrtech Kr-1, PV-6 a JHK-41.

V surové podzemní vodě prameniště nejsou ropné látky sledovány. Doporučujeme sledovat ve vrtech v OP I. stupně, které jsou situovány nejbližší řece Opavici.

5. VÝSTAVBA PARKOVIŠTĚ

5.1. Výstavba parkoviště s ohledem na Rozhodnutí 2001

V záměru vybudování sportovně-relaxačního areálu je uvažováno parkoviště pro 100 míst (objednatel není blíže upřesněno). Podle rozmístění jednotlivých parkovacích míst a obslužné účelové komunikace mezi nimi by mohla být pro parkoviště vyčleněna plocha odhadem 1500 m² a větší.

V Rozhodnutí 2001 je pro níže uvedené parcely **zakázáno**:

➤ **Pro parcelu s p.č. 1189 (dnes 1189/1-9)**

Bod a)

- Manipulace s ropnými látkami
- Změna druhu pozemku (kultury) je možná pouze pro realizaci veřejně prospěšných staveb dle schválené územní plánovací dokumentace

Bod b)

- Provádět těžbu zemní hmoty za jakýmkoli účelem a provádět trhací práce s výjimkou nutných prací při výstavbě veřejně prospěšných staveb dle schválené územně plánovací dokumentace
- Mytí a opravy motorových vozidel
- Skladování a manipulace s látkami, ohrožujícími jakost nebo zdravotní nezávadnost vod
- Zakládání skládek odpadů všech skupin a skladů látek, vykazujících toxické, karcinogenní, mutagenní nebo teratogenní vlastnosti a provozování činnosti s těmito látkami

➤ **Pro parcelu s p.č. 1185/1**

Bod c)

- Vypouštění jakýchkoli odpadních vod do vod povrchových a podzemních
- Parkování vozidel bude možné jen na místech k tomu určených a zabezpečených odlučovačem ropných látek
- Zásahy do horninového prostředí – vrty, výkopy apod. bude možné jen po kladném vyjádření vodohospodářského orgánu a pod hydrogeologickým dozorem.

V Rozhodnutí 2001 je pro níže uvedené parcely **omezeno**:

➤ **Pro parcelu s p.č. 1189 (dnes 1189/1-9)**

Bod b)

- Bude povolena jen výstavba pro zařízení související s provozem koupaliště a pro veřejně prospěšné stavby na podkladě kladného hydrogeologického posudku a z něho vyplývající opatření, pokud se týká interakce stavby a horninového prostředí.

Z výše uvedeného je zřejmé, že na parcele s p.č. 1185/1 je parkování vozidel možné jen na místech k tomu určených a zabezpečených odlučovačem ropných látek a na parcele s p.č. 1189/1 není vybudování parkoviště vysloveně zakázáno a je možné pouze pro realizaci veřejně prospěšných staveb dle schválené územní plánovací dokumentace.

5.2. Zhodnocení možnosti výstavby z hlediska hydrogeologických poměrů

Pro možnost výstavby sportovně-relaxačního areálu a parkoviště byly z hlediska ochrany propustného kolektoru a jímacího území posouzeno:

- geologická stavba
- úroveň hladiny podzemní vody
- směr proudění podzemních vod
- vsakovací poměry
- chemismus podzemních vod

Geologická stavba

Na parcelách s p.č. 1189/1 a 1185/1 byly realizovány pozorovací vrty, ve kterých vrstva hlín je vyvinuta o mocnosti 1,3-1,9 m (PV-1 až PV-3), ve vrtech podél ul. Petrovická o mocnosti 1,4 m. V části parcely s p.č. 1185/1 v okolí sond K-1 až K-3 vrstva hlín zcela chybí a fluvialní štěrky vycházejí až na povrch. Zastižené fluvialní štěrky jsou hlinitopísčité, s opracovanými až polopracovanými valouny velikosti 2-7 cm, místy 10-12 cm.

Z geologického hlediska není v zájmové lokalitě vyvinuta nebo je nedostatečně mocná i v jejím okolí ochranná vrstva hlinitých zemin, které by zamezily přímému pronikání znečištění do vrstvy fluvialních štěrků. Z hlediska ochrany podzemních vod je absence nebo malá mocnost hlinitých sedimentů omezujícím faktorem a je nezbytné při výstavbě sportovního areálu zachovat v co největší míře ochrannou vrstvu jílovitých zemin nad propustnými štěrky.

Úroveň hladiny podzemní vody

Režimní měření probíhalo od VI. do XII. 2019. Ve vrtech PV-4 a PV-5, situovaných podél ulice Petrovická, byly maximálně úrovně nejvyšší a to na úrovni 2,04 a 2,08 m p. t. Nejnižší hladina v rámci každého kola režimního měření byla ověřena vrtem PV-6. V příbřežní linii se maximální úrovně hladin podzemní vody pohybovaly níže a to v rozmezí 2,49 - 2,52 m p. t. (PV-1 až PV-3).

Lze předpokládat, že v jarním období nebo srážkově bohatším období budou úrovně hladin o několik dm výše.

Podél ul. Petrovická v místě možného umístění parkoviště byly zjištěny úrovně hladin podzemní vody poměrně vysoko, což je pro možnost vybudování parkoviště nebo zasakování dešťových vod nepříznivé.

Směr proudění podzemních vod

V prostoru zájmové lokality se ve vrtech v blízkosti toku projevuje hydraulická spojitost kolektoru s povrchovým tokem. Směr proudění podzemních vod je ovlivněn příčinnou zónou. Nejnižší hladina v rámci každého kola režimního měření byla ověřena vrtem PV-6. Zde se projevuje vliv čerpání v jímacím území. Ve vrtu PV-5, který je od tohoto vrtu vzdálený cca 127 m východně, je hladina výše o 0,53-0,67 m. Hydroizohypsy, sestavené z maximální a minimální úrovně hladiny se příliš neliší. Ověřený směr proudění v prostoru areálu koupaliště a okolí směrem k ulici Petrovická je k SV až SZ. Zde je ovlivněný vlivem hydraulické spojitosti s povrchovým tokem a částečně čerpáním v jímacím území. Generelní směr proudění podzemních vod je k jihovýchodu, k soutoku řek Opavice a Opavy.

Směr proudění podzemních, ověřený průzkumnými pracemi, je pro vybudování parkoviště nebo umístění vsakovacích objektů nevýhodný. Podzemní vody neodtékají směrem k JV, ale stáčí se od SV k SZ podle situování vrtů v okrajových částech lokality.

Vsakovací poměry

Rozmezí hodnot je poměrně vysoké a je závislé na podílu jemnozrnných částic v propustných vrstvách. Nejvyšší hodnoty koeficientu vsaku byly ověřeny v archivní sondě K-1 a ve vrtu PV-2 a PV-5 ($k_v = n \cdot 10^{-2} - n \cdot 10^{-3}$ m/s), nepatrně nižší hodnoty koeficientu vsaku ($k_v = n \cdot 10^{-4}$ m/s) byly ověřeny ve vrtu PV-4 a PV-6. Nejnižší vsakovací schopnost prostředí byla ověřena v sondách K-2 a K-3 (lit.7). Tyto objekty jsou situovány při severní hranici parcely 1185/1.

Zasakování dešťových vod by bylo možné v místech s vyšším koeficientem vsaku, ale z hlediska ochrany jímacího území není toto utrácení dešťových vod vhodné. Výstavba parkoviště v místech s vyšším koeficientem vsaku (příbřežní linie, podél ul. Petrovická) není žádoucí z důvodu rychlejšího šíření případných úniků škodlivých látek.

Chemismus podzemních vod

Vrtem PV-6, situovaném při severní hranici parcely s p.č. 1185/1, byly některé sledované parametry o cca $\frac{1}{3}$ vyšší než v okolních vrtech. Největší podíl na vyšší mineralizaci, resp. el. konduktivitě má obsah hydrogenuhličitanů a vápníku, vyšší jsou i hodnoty chloridů a sodíku.

Obsah C₁₀-C₄₀ je ve všech pozorovacích vrtech PV-1 až PV-6 pod mezí detekce laboratorní metody.

V areálu a okolí koupaliště byly stavebním monitoringem v roce 2018 zjištěny mírně nadstopové koncentrace C₁₀-C₄₀ a NEL. V areálu koupaliště byly obsahy ropných látek zjištěny ve vrtu Kr-1 (NEL 0,07 mg/l), umístěného uvnitř OP II. stupně. Hodnoty C₁₀-C₄₀ byly ověřeny i SV od hranice OP II. stupně (ul. Stará Petrovická) ve vrtu P-20 (C₁₀-C₄₀ 0,16 mg/l). Za rok 2019 nejsou výsledky monitoringu k dispozici.

Ve vrtech KR-1 (lit.8) a JHK-41 (lit.4), situovaných v OP II. stupně, byly ověřeny vyšší hodnoty el. konduktivity včetně síranů, chloridů, Ca, Mn, Na, K a NH₄.

Z výsledků současných i archívních analýz je zřejmé, že chemismus podzemních vod je nepříznivě ovlivněný, jak v okolí OP II. stupně, tak i uvnitř a to v areálu koupaliště ve vrtech Kr-1 a PV-6.

6. ZÁVĚR

V rámci této zprávy na základě uzavřené SOD ze dne 17. 6. 2019 mezi objednatelem prací Města Krnov a zhotovitelem divizí DGŽP firmy UNIGEO a.s. Ostrava, byla vypracována závěrečná zpráva pro záměr Města Krnov provést výstavbu krytého bazénu s obslužnou komunikací a parkovištěm v současném OPVZ II. stupně.

Podrobný hydrogeologický průzkum zahrnoval provedení 6 ks vystrojených monitorovacích vrtů včetně 4 vsakovacích zkoušek a monitoring podzemních vod po dobu 7 měsíců.

Vrty byly upřesněny geologické a hydrogeologické poměry v areálu letního koupaliště a v prostoru mezi koupalištěm a ul. Petrovickou. Bylo zjištěno, že mocnost povodňových hlín je malá, pohybuje se v rozmezí 1,0-1,6 m, v centrální části v místě archívních sond K-1 až K-3 zcela chybí. Strop fluviálních štěrků byl zastižen v hloubce 1,3-1,9 m, konečná hloubka vrtů je 5 m. Z hlediska ochrany podzemních vod je absence nebo malá mocnost hlinitých sedimentů omezujícím faktorem a je nezbytné při výstavbě sportovního areálu zachovat v co největší míře ochrannou vrstvu jílovitých zemin nad propustnými štěrky.

Režimní měření probíhalo 1 x měsíčně od VI. do XII. 2019, měření tak neproběhlo v jarním období, kdy je výskyt nejvyšších hladin nejčastěji vlivem větší dotace kolektoru ze srážek a minimálního výparu a spotřeby vegetačním krytem. Největší rozkyv hladin podzemní vody ve sledovaném

období byl ve vrtech PV-6 a PV-5, tj. ve vrtech vzdálenějších od řeky Opavice v severní části zájmového prostoru. Ve vrtech v břehové linii řeky byl rozkvy hladin menší.

Maximální ustálené hladiny podzemní vody byly ověřeny při zahájení průzkumných prací a při režimním měření v IX.2019. Ve vrtech podél toku hladiny klesají směrem k východu a projevuje se zde hydraulická spojitost s povrchovým tokem. Nejníže v rámci každého kola měření byla ověřena hladina ve vrtu PV-6 (mezi bazénem a golfovým hřištěm směrem k obchvatu), ke kterému proudí vody směrem od řeky Opavice. Zde se projevuje vliv čerpání v JÚ Zlatá Opavice.

Směr proudění podzemních, ověřený průzkumnými pracemi, je pro vybudování parkoviště nebo umístění vsakovacích objektů nevýhodný. Podzemní vody neodtékají směrem k JV, ale stáčí se od SV k SZ podle situování vrtů v okrajových částech lokality.

Generelně proudí podzemní vody k soutoku řek Opavy a Opavice, tj. k jihovýchodu.

Vsakovací schopnosti prostředí vykazují hodnoty koeficienty vsaku $k_v = n \cdot 10^{-2} - n \cdot 10^{-6}$ m/s. Rozmezí hodnot je poměrně vysoké a je závislé na podílu jemnozrnných částic v propustných vrstvách. Nejvyšší hodnoty koeficientu vsaku byly ověřeny v archívni sondě K-1 a ve vrtu PV-2 a PV-5 ($k_v = n \cdot 10^{-2} - n \cdot 10^{-3}$ m/s), nepatrně nižší hodnoty koeficientu vsaku ($k_v = n \cdot 10^{-4}$ m/s) byly ověřeny ve vrtu PV-4 a PV-6.

Zasakování dešťových vod by bylo možné v místech s vyšším koeficientem vsaku, ale z hlediska ochrany jímacího území není toto utrácení dešťových vod vhodné. Výstavba parkoviště v místech s vyšším koeficientem vsaku (příbřežní linie, podél ul. Petrovická) není žádoucí z důvodu rychlejšího šíření případných úniků škodlivých látek.

Dle chemického složení podzemních vod byla ve vrtu PV-6 oproti ostatním vrtům zjištěna vyšší celková mineralizace, resp. el. konduktivita, na které se podílí zvýšený obsah hydrogenuhličitanů, chloridů a vápníku a manganu. Obsah $C_{10}-C_{40}$ byl pod mezí detekce laboratorní metody.

V průběhu stavby obchvatu Krnova I/57 probíhá monitoring podzemních vod. Dle výsledků za rok 2018 byly v areálu koupaliště obsahy ropných látek zjištěny ve vrtu Kr-1 (NEL 0,07 mg/l), umístěného uvnitř OP II. stupně. Hodnoty $C_{10}-C_{40}$ byly ověřeny i SV od hranice OP II. stupně (ul. Stará Petrovická) ve vrtu P-20 ($C_{10}-C_{40}$ 0,16 mg/l). Rovněž byly ve vrtu Kr-1 a JHK-41, situovaných v OP II. stupně, byly ověřeny vyšší hodnoty některých ukazatelů základního chemického složení jako jsou sírany, chloridy, Ca, Mn, Na, K a NH_4 včetně el. konduktivity.

Z výsledků současných i archívních analýz je zřejmé, že chemismus podzemních vod je místy ovlivněný, jak v okolí OP II. stupně, tak i uvnitř OP, a to v areálu koupaliště.

• SHRNUTÍ ZJIŠTĚNÝCH SKUTEČNOSTÍ

Výsledky průzkumných prací, které proběhly v zájmové prostoru a okolí OP II. stupně, byly posouzeny z hlediska ochrany jímacího území Zlatá Opavice v souvislosti s plánovanou výstavbou krytého bazénu s obslužnou komunikací a parkovištěm.

Výstavba parkoviště

Pro umístění parkoviště pro 100 míst na parcelách s p.č. 1185/1 a 1189/1 jsou kritéria jako malá mocnost krycích hlín nebo jejich absence, vysoká úroveň hladiny podzemní vody, ovlivněný směr

proudění podzemních vod směrem k jímacím vrtům včetně vyšších hodnot koeficientu vsaku v místě lokality **nepříznivé**. Bylo zjištěno, že kvalita podzemních vod je již ovlivněna jak v OP II. stupně ve vrtech v areálu koupališti Kr-1 PV-6, tak i v širším okolí.

Z těchto důvodů **jsou přírodní poměry** na těchto parcelách **pro situování parkoviště nevhodné** a proto **nedoporučujeme** v OP II. stupně parkoviště pro budoucí sportovně-relaxační areál vybudovat. Jeho umístění je možné východně od komunikace Petrovická I/57, tj. východně od současné hranice OP II. stupně.

Zasakování dešťových vod

Vlivem výstavby sportovně-relaxačního areálu bude nutné vyřešit i likvidaci dešťových ze střechy sportovního areálu a zpevněných ploch.

Na základě provedených průzkumných prací jsou na parcele s p.č 1185/1 pro zasakování vhodné hydrogeologické poměry (volná hladina podzemní vody, nenasycená zóna, dobré vsakovací schopnosti prostředí). Při výkopových pracích pro zasakovací objekty pro likvidaci dešťových vod horninového prostředí však dojde k odkrytí štěrkových vrstev a kolektor se tak při dlouhodobém zasakování dešťových vod může stát zranitelným pro vstup případné kontaminace v důsledku splachu ze střech a zpevněných ploch (vliv splachu emisí, možné úniky chemikálií potřebných pro provoz areálu apod.). **Zasakování dešťových vod z těchto důvodů nedoporučujeme.**

Dešťové vody bude nutné likvidovat jiným způsobem, je možné je částečně využít i jako užitkovou vodu. Zřejmě vzhledem k velikosti stavby bude nutné řešit i retenci s následným vypouštěním do toku.

• DOPORUČENÍ

V každém případě musí být parkoviště a obslužná komunikace technicky zabezpečena tak, aby odtékající dešťové s případným obsahem ropných látek nemohly kontaminovat nenasycenou zónu. Musí mít nepropustný povrch, pod ním musí být izolační vrstva v případě, že v prostoru parkoviště nejsou vyvinuty jílovité vrstvy o mocnosti nejméně 1 m. Parkovací plocha musí být souvislá se sklonem k hranici OP II. stupně (k jihu nebo východu). Při výstavbě se musí používat takové materiály, které svým složením, resp. výluhy neovlivní kvalitu podzemních vod a nebude ji zhoršovat. Zachycené dešťové vod musí být předčištěny v odlučovači ropných látek a vypouštěny do kanalizace, popř. do povrchové toku Opavice ve směru toku povrchových vod až za hranici OP II. stupně, tj. až za komunikaci Petrovická I/57 v místech, kde povrchová voda již není v hydraulické spojitosti s povrchovým tokem.

Je třeba si uvědomit, že nejvýznamnějším negativním projevem ropných látek ve vodě je ovlivnění její chuti a pachu, a to již v koncentracích asi od 0,05 mg/l výše. Voda obsahující ropné látky v koncentraci cca 0,1 mg/l, což odpovídá např. 1 kg benzínu v 10 000 m³ vody, může být již po pachové stránce zcela znehodnocena. Průměrná prahová koncentrace z hlediska pachu u automobilových benzínů je asi 0,20 mg/l a u motorové nafty asi 0,07 mg/l (Pitter P., Hydrochemie, SNTL 1990).

Hlavním zdrojem znečištění z parkoviště mohou být úniky benzínu, motorové nafty, mazací oleje apod., tj. směsi uhlovodíků.

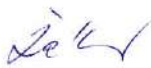
Pro založení staveb s ohledem na OP II. stupně doporučujeme hloubku založení objektů volit nad hladinou podzemní vody, aby výstavbou nedošlo k narušení vodního režimu v lokalitě a zejména kvality podzemní vody užitím hydroizolačních materiálů. Toto řešení zároveň předejde problémům spojených se zakládáním pod hladinou podzemní vody – tj. řešení přítoku podzemní vody do stavební jámy (nutnost pažení stěn výkopu, čerpání vody aj.), vlivu případné agresivity na betonové a kovové konstrukce, snížení únosnosti zemin v základové spáře apod.

Zakládání pod hladinou podzemní vody zcela nevylučujeme, je však nutné počítat s výše uvedenými opatřeními. Ve smyslu ČSN 73 1001 lze konstatovat, že pokud bude nejvyšší hladina podzemní vody pod základovou spárou v hloubce menší, než je šířka základu, tabulková hodnota výpočtové únosnosti se sníží o 30%. Materiály, které budou použity, nesmí zhoršit kvalitu podzemní vody výluhy při kontaktu s vodou.

Chemismus podzemních vod je ovlivněný jak v okolí OP II. stupně, tak i uvnitř, a to v areálu koupaliště ve vrtech Kr-1 a PV-6 na základě výsledků současných i archívních analýz. Zcela chybí monitoring chemického složení povrchové vody v řece Opavici, která je v zájmovém prostoru v hydraulické spojitosti s kolektorem fluviálních šterků. Na základě modelu bylo stanoveno, že břehová infiltrace z Opavice v oblasti dosahu vodárenského jímání v JÚ Zlatá Opavice dosahovala hodnot přibližně 25 l/s, což je poměrně významné množství. Doporučujeme do monitoringu podzemních vod zahrnout i sledování kvality povrchových vod.

Výskyt ropných látek včetně zvýšených koncentrací některých ukazatelů základního chemického složení uvnitř OP II. stupně a v jeho širším okolí indikuje lokální znečištění, doporučujeme i nadále obsahy těchto látek sledovat a v případě rostoucího trendu vzorkovat častěji, popř. sít monitorovacích objektů rozšířit.

Zpracoval:


Ing. Lenka Žáková



V Ostravě dne 31.12.2019