

Machnín – doplňkový hydrogeologický průzkum a jeho význam

Novodobé¹ úvahy o možnostech současného využití podzemní vody z jímacího území (dále jen JÚ) Machnín se odvíjejí od poptávky po pitné vodě v oblasti Hrádku nad Nisou a v okolí, dále též v prostoru Frýdlantského výběžku. Zdroje pitné vody využívané pro zásobování těchto obcí jsou ohrožovány řadou vlivů. V popředí těchto vlivů a pozornosti v posledních letech stojí aktivity spojené s masivním odvodňováním hnědouhelných dolů na polském území – lokalita Turow. JÚ Machnín bylo vytipováno jako jedna z hlavních náhradních zdrojových oblastí primárně pro vodovody v Uhelné, kde za posledních několik desítek let došlo k fatálnímu poklesu hladin podzemní vody (dále HPV)², resp. k úbytku jejich statických zásob. Záměr revitalizace JÚ Machnín má ambice, resp. kapacity pro rozšíření hromadného zásobování obyvatelstva z této zdrojové oblasti na celé Hrádecko – Frýdlantsko.

Umístění záměru a popis hydrogeologických poměrů:

JÚ Machnín se nachází v jihovýchodní části katastrálního území Machnín. Širší zájmová oblast leží v okrajovém západním cípu tzv. krkonošsko – jizerského žulového masivu, který je v bezprostředním sousedství JÚ tektonicky oddělen od komplexu hornin svrchního proterozoioka (fylitů, fylitických drob a ortorul).

Povrch žuly v prostoru lokality je zcela zvětralý a značně nerovný. V nadloží žuly je uložen denudační zbytek souvrství terciérních sedimentů, které je možno stratigraficky přiřadit k sedimentům nadloží hnědouhelné sloje hrádecké části žitavské pánve. Miocenní sedimenty machnínského reliktu jsou tvořeny vzájemně se střídajícími polohami písků, štěrčků, písčitých jíílů, jíílů a lignitického uhlí s proplásky uhelných a bituminosních (živičných) jíílů. Členitá morfologie podložní zvětralé žuly patrně způsobila, že zachované mocnosti těchto sedimentů jsou značně variabilní.

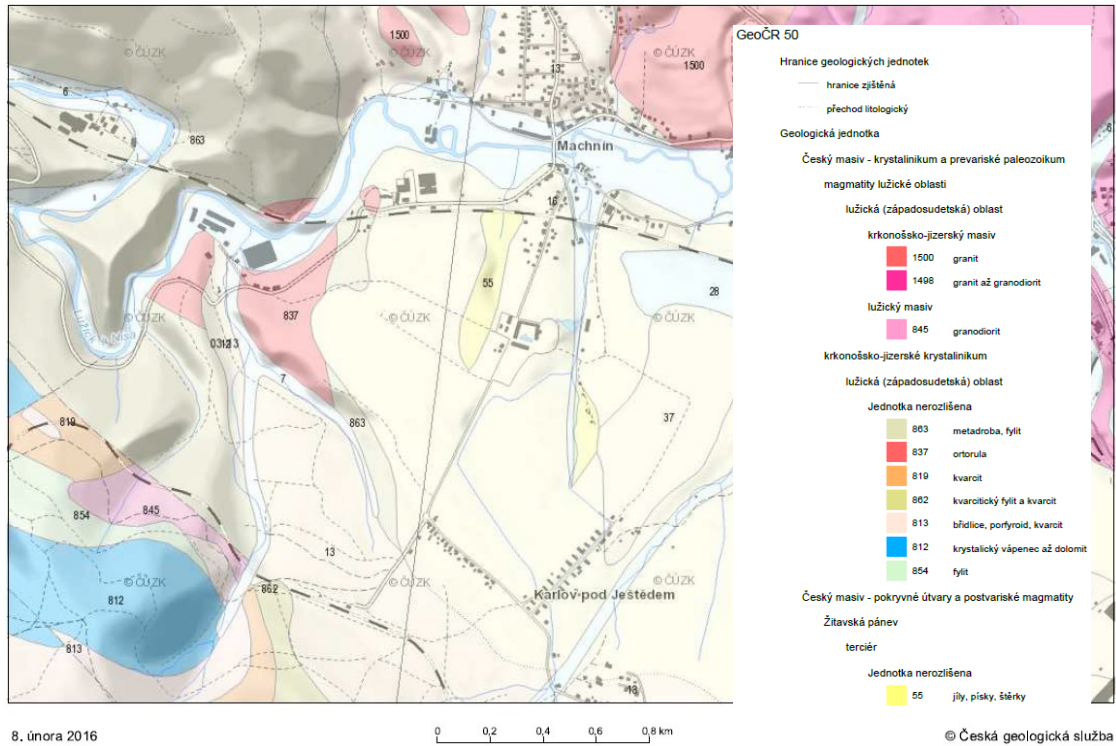
Ze sond, které byly zahloubeny do skalního podloží, je zřejmé, že na ploše relativně malého rozsahu prochází povrch skalního podkladu značnými výškovými rozdíly. V severní části nové ÚV Machnín vystupují zvětraliny skalního podkladu strmě k povrchu terénu. Miocenní sedimenty postupně vykličují a žula zde tvoří přímé podloží kvartérním sedimentům – hlinitopísčité sedimenty, štěrky, jíly a hlíny. Jedná se o terasové sedimenty místního toku. Mocnost kvartérního podkladu se pohybuje okolo 1,7 – 5,3 m.

Podzemní voda se v popisované lokalitě vyskytuje v několika horizontech. Svrchní horizont proudí poměrně dobře propustnými kvartérními terasovými sedimenty. Tento horizont je kromě srážek dotován především výrony (přelivem) podzemních vod z hlubších vrstev. Tento horizont se vyskytuje v hloubkách okolo 1 až 3 m pod terénem.

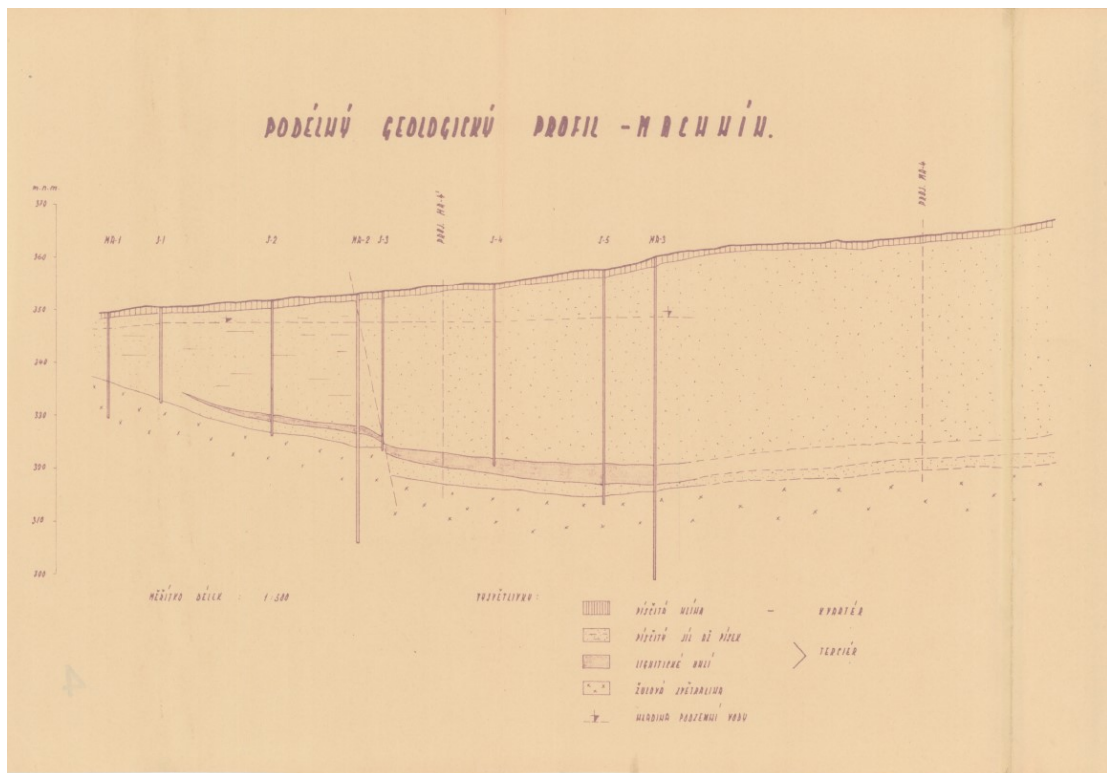
Druhý, resp. třetí horizont je vázaný na propustné vrstvy miocenních sedimentů a zvětralé žuly, včetně jejího zvětralinového obalu – eluvia. Terciérní souvrství zde figuruje především jako druhotná akumulární nádrž žulového masivu, resp. jeho zvětralinového pláště s puklinovou, resp. puklino-průlinovou až průlinovou propustností. Směr proudění podzemní vody je SZ – JV, rovnoběžný s průběhem předpokládaného zlomu.

¹ Myšleno v poslední dekádě

² V roce 1997 byla HPV zhruba o 20 m níže než v roce 1962 (za 35 let). Další pokles HPV v Uhelné již nebyl tak masivní, zato je však setrvalý.



Obr. č. 1: Výřez z geologické mapy, M 1: 50 000



Obr. č. 2: Podélný geologický profil³

Hladiny podzemní vody ve druhém a třetím horizontu jsou mírně napjaté. Jejich piezometrická úroveň má hodnotu blížíci se k úrovni hladiny v prvním zvodnělém horizontu.

V průběhu vrtných prací na lokalitě nebyly jednotlivé zvodnělé horizonty oddělovány a postupně docházelo k jejich vzájemnému propojení.

³ Žitný L.: Zhodnocení sondážních prací, závěrečná zpráva, Vodní zdroje n. p., Praha, 1969

Voda v terciérních sedimentech není v hydraulické souvislosti s povrchovou vodou Lužické Nisy, což dokazují velké výškové rozdíly úrovní hladin. Voda v Lužické Nise má výškovou úroveň okolo 314 m n. m., zatímco hladina podzemní vody v MA – 1 je v úrovni cca 347 m n. m.

Údaje o prozkoumanosti území:

Písemné podklady z historie vodárenství v JÚ Machnín jsou spolehlivě doložitelné zpětně k roku 1936. V té době bylo vyhloubeno 5 vrtaných studní první generace označované S – I až S – V. Technická dokumentace ani geologické podklady k první generaci objektů se zcela nedochovaly. K dispozici však jsou situační zákresy a vrtné profily v německém jazyce. Exploatace vody ze studní původně probíhala pomocí důmyslného násoskového systému.

Kromě studní z 30. let 20. století se na lokalitě nachází poměrně rozsáhlý systém sub-horizontálně uložených gravitačních sběračů – jímacích zářezů, u kterých lze předpokládat větší stáří.

V souběhu s linií studní protéká bezejmenný pravobřežní přítok Karlovského potoka. Ten byl v minulosti v březích zpevněn betonovými zídками, které jsou uloženy na podkladní betonové desce. Cílem tohoto opatření bylo omezit vzájemnou hydraulickou komunikaci potoka s jímanou vodou.

Z první generace studní bylo údajně odebíráno až 50 l.s⁻¹. V roce 1967 provedli pracovníci společnosti Vodní zdroje n. p. nový vrtný průzkum. V té době byly vyhloubeny 3 nové vrtané studny MA – 1, MA – 2 a MA – 3. Tyto nové JO byly situovány v linii JO první generace s cílem umožnit rovnoměrný odběr podzemní vody ze zdroje.

V roce 1969 byla linie JO prodloužena směrem na jih – nově byl vyhlouben JO MA – 4 a tři pozorovací vrty P – 1 až P – 3. Simultánní HDZ v rámci hydrogeologického průzkumu a vyhodnocení souhrnné vydatnosti nebyla z provozních důvodů provedena.

V roce 1972 provedla společnost Stavební geologie n. p. inženýrsko – geologický průzkum pro stavbu čerpací stanice⁴. Bylo vyhloubeno celkem 10 sond (vrtů). Výsledky těchto prací významně přispěly pro určení severní hranice výskytu terciérních sedimentů. Poslední geologický průzkum byl prováděn též pro inženýrsko-geologické účely v roce 1976. Jednalo se o doplňkové práce pro stavbu „nové“ čerpací stanice a nyní budoucí ÚV Machnín.

JÚ nebylo v posledních desetiletích využíváno. Veškeré stavební objekty byly postupně devastovány vandaly, především kovové vybavení bylo odcizeno (rozvaděče, kabely apod.). Poklopy šachtic nad studněmi bylo nutné vyměnit za uzamykatelné. Elektroinstalace (trafostanice, rozvaděče na JO) byla v tak špatném technickém stavu, že před zahájením I. etapy doplňkového průzkumu bylo nutné provést její částečnou rekonstrukci.

Průzkumné práce v letech 2016–2019:

V současné době se záměr celkové rekonstrukce úpravny vody (dále jen ÚV) Machnín a souvisejících staveb v rozsahu novostavby nachází ve fázi přípravy realizace. Projektční přípravě a veřejnoprávnímu projednání však v letech 2016–2019 předcházela komplexní doplňková

⁴ Matouš J.: *Machnín – čerpací stanice, zpráva o geotechnických poměrech na staveništi čerpací stanice v Machníně, Stavební geologie, n. p. Praha, 1971*

hydrogeologický průzkum⁵, který posloužil jako výchozí podklad pro další rozhodování a přípravu této mimořádně náročné a nákladné stavby. Z organizačního hlediska byl tento průzkum členěn do dvou, resp. čtyř víceméně navazujících etap. Situace byla na počátku o to komplikovanější, že jímací území a související majetek byl odstaven po velmi dlouhé období a tak nebylo možné navázat na zkušenosti pamětníků, či využít např. stávajícího připojení na elektrickou síť.

I. etapa doplňkového hydrogeologického průzkumu proběhla na lokalitě Machnín v roce 2016 a zahrnovala především následující práce:

- Přípravné práce (vyřízení legislativních kroků⁶, rekonstrukce elektrických přivaděčů, rezervaci příkonu elektrické energie, archivní rešerše a návrh, resp. vybudování monitorovací sítě),
- revizní měření na čtyřech stávajících vrtaných studních TV aparaturou a karotáží,
- nákup dat ČHMÚ,
- mechanická regenerace vrtaných studní MA – 1, MA – 2, MA – 3, MA – 4,
- hydrodynamické zkoušky (dále též HDZ) před a po regeneraci, skupinová 14 HDZ, včetně odběrů vzorků a laboratorních analýz,
- sběr terénních dat a geodetické práce,
- vyhotovení závěrečné zprávy.

II. etapa doplňkového průzkumu, která proběhla v roce 2017, zahrnovala následující práce:

- Přípravné práce (projekt HDZ, vyřízení povolení k jinému nakládání s podzemními vodami, rezervace příkonu elektrické energie),
- Druhé kolo regeneračních prací na JO MA - 1, MA – 2 a vyjmutí betonových překážek z vrtané studny MA – 3 (důsledek vandalství),
- osazení nových poklopů pro zabezpečení šachtic (16 ks),
- TV prohlídky jímacích zářezů, zemní a diagnostické práce – ověřování polohy gravitačních sběračů,
- TV prohlídky vrtaných studní MA - 1 a MA - 2 po regeneraci,
- odběry vzorků a laboratorní analýzy,
- druhá archivní rešerše,
- nákup dat ČHMÚ,
- orientační HDZ před/po regeneraci,
- 1/2 roku dlouhou skupinovou HDZ a režimní měření v rámci HDZ (hydrometrování, vydatnosti gravitace, záměry HPV na obs1) a vyhotovení závěrečné zprávy.

III. etapa doplňkového průzkumu, která byla provedena v roce 2018, zahrnovala režimní měření po ukončení poloprovozní HDZ s cílem získat hydrologická data v neovlivněném stavu – následujícím po ukončení odběru podzemní vody z vrtaných studní.

⁵ Členění etap hydrogeologického průzkumu podle §3, odst. 3) vyhlášky č. 369/2004 Sb, ve znění pozdějších předpisů.

⁶ Mj. evidence geologických prací.

Výsledky vlivu odběru ze studní na vydatnost gravitace a Karlovský potok⁷ ukázaly, že došlo k obnově původní výše průtoků v systému gravitačních jímacích zářezů od vypnutí vrtů MA -1, MA – 2, MA – 3, a MA – 4 (23. 9. 2017). Tato obnova trvala zřejmě až 6 měsíců. Terénní měření v období 4. 12. 2017 – 29. 1. 2018 nebylo prováděno, ale trend známých hodnot signalizuje návrat do normálu až v únoru 2018. Čerpání jímacích vrtů tedy prokazatelně nejen snižuje okamžité průtoky na objektech „gravitace“ (při plném čerpání cca o 20 l/s), ale rovněž způsobí pokles dostupných dynamických zásob kolektoru podzemní vody na velmi významnou dobu.

IV. etapa doplňkového průzkumu se uskutečnila v termínu od 13. 08. 2019 do 21. 08. 2019. Jádrem prací v rámci IV. etapy doplňkového hydrogeologického průzkumu bylo monitorované testování maximálního uvažovaného odběru z hlavního jímacího objektu MA – 3 ($30 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$) a připojení se tak k záměru ověření kvality surové vody na vybraných jímacích objektech pro potřebu projektové přípravy rozsáhlé investice do obnovy majetku. Práce byly provedeny v následujícím sledu:

- Záměra HPV na vybraných objektech (studny, vrty) a měření vydatnosti přítoků do objektu „gravitace 1“ před zahájením odběru vody z objektu MA - 3,
- instalace dataloggerů do objektů MA – 2 a MA- 3,
- zahájení odběru z objektu MA – 3,
- provedení kontrolních záměrů HPV a měření vydatnosti přítoků do objektu „gravitace 1“
- odběry vzorků vody pro provedení analýz v akreditované laboratoři v průběhu HDZ,
- vypracování závěrečné zprávy.

Práce volně navazovaly na výsledky I., II. a III. etapy doplňkového průzkumu a doplňují tak dříve získané poznatky a slouží k jejich validaci. Součástí prací bylo sledování vlivu odběru na objekty „gravitace 1“ a vrtané studny MA – 1, MA – 2 a MA – 4 a pozorovací vrt OBS - 1.

Přehled nejvýznamnějších poznatků:

- Dlouhodobý monitoring v poloprovozním i přirozeném režimu umožnil ověřit, že podzemní vody jímané soustavou vrtaných studní a gravitačními sběrači mají převážně společný původ. Došlo tak k potvrzení dřívějších předpokladů, že gravitační sběrače drénují přirozený přeliv v oblasti, kde dochází k vyklínění reliktních terciálních sedimentů.
- Jímací objekty MA-1 až MA-4 doplněné o soustavu gravitačních sběračů jsou i přes známky stárnutí vhodné k trvalému odběru okolo $45 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. V klimaticky příznivém období lze, s ohledem na dobrou kvalitu vody, za určitých podmínek využít i vodu jímanou soustavou gravitačních sběračů.
- Velikost základního (podzemního) odtoku dle Krásného (1982) z oblasti Machnína odpovídá rozmezí hodnot $3\text{--}5 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$. Plocha povodí vztahená k nejnižší položenému místu odběru vody činí cca $3,4 \text{ km}^2$, tj. 90,6 % celkového hydrogeologického povodí Karlovského potoka. Celková hodnota základního odtoku odvozená z této plochy se pohybuje v rozmezí $11,25\text{--}18,75 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Odběry vody ze studní v úrovni $45 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, dále 15

⁷ Kahuda D.: JÚ Machnín, monitoring podzemních a povrchových vod v roce 2018, závěrečná zpráva, Vodní zdroje a. s., 2019

$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$ z gravitačních sběračů a průtok v Karlovském potoce o velikosti $2 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ (naměřená minima) nejsou kryty pouze základním odtokem z povodí Karlovského potoka, ale dotací z několikanásobně většího povodí. Velikost hydrogeologického povodí odpovídající celkovému základnímu odtoku⁸ $62 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ se pohybuje v rozmezí $12,4 - 20,67 \text{ km}^2$.

- Pro definici okrajových podmínek odběru vody se použití institutu MHPV⁹, s ohledem na nepravděpodobnost ohrožení dalších odběrů vodárenským využitím JÚ Machnín a absenci relevantního vztažného bodu, neukázalo jako vhodné. Za metodicky zcela nevhodné je dále stanovovat tento ochranný institut přímo na některém z JO.
- Další možností pro definici limitujícího faktoru pro odběr vody je stanovení institutu MZP (minimální zůstatkový průtok), jenž vyháží z dokumentu: Metodický pokyn č. 9 odboru ochrany vod Ministerstva životního prostředí ke stanovení hodnot MZP ve vodních tocích. Směrné hodnoty MZP se určují pomocí z Q355. Tato hodnota je v případě Karlovského potoka $<0,05 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ (konkrétně $28 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ – vztaženo k závěrnému profilu). Podle standardně používané metodiky se k bodu (profilu) na povrchovém toku s takovou hodnotou Q355d hodnota MZP stanoví podle Q330d = $38 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Hodnoty MZP se však stanovují v profilech vodních toků ovlivněných nakládáním s vodami zpravidla v profilu bezprostředně pod místem odběru.
- Hodnoty MZP mohou být stanoveny vyšší nebo výjimečně nižší (jedná se o zabezpečení veřejných zájmů, zejména k zajištění zásobování pitnou vodou), než jsou jejich odpovídající směrné hodnoty, pokud jsou k tomu závažné důvody vyplývající ze zhodnocení všech známých skutečností. Za nepřekročitelnou mez se přitom považuje hodnota MZP, která odpovídá průtoku Q364d.
- Pro případně stanovení institutu MZP lze za metodicky správné považovat použití hodnoty Q364. Takto stanovená hodnota MZP vztažená k nejnižše položenému odběru podzemní vody by činila $17,2 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. To však znamená, že při odběru podzemní vody z vrtaných studní o průměrné velikosti $45 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ by v suchých obdobích musela být do Karlovského potoka vypouštěna veškerá voda jímaná gravitačními sběrači.
- Při následné definici zón efektivní ochrany vodního zdroje bude třeba soustředit pozornost na původ podzemní vody, která je pravděpodobně vázaná na příčnou tektoniku orientovanou paralelně s ještědským hřbetem. K doplnění poznatků o původu jímané vody v JÚ Machnín se nabízí možnost využít například sady geofyzikálních metod doplněných diagnostikou stáří vod aj.
- Hydrogeologický průzkum, resp. jeho doplňková etapa, se ukázal jako nezastupitelná pomůcka při tvorbě strategických podkladů pro přípravu nákladné vodohospodářské stavby!

⁸ Hodnota vztahována k situaci při minimálním průtoku v Karlovském potoce a současně maximální hodnotě odběru ze soustavy JO MA-1 až MA-4.

⁹ Institut minimální hladiny podzemní vody podle zákona č. 254/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů.