



ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA GEOENVIROMENTÁLNÍCH VĚD

**HYDROGEOLOGICKÝ PRŮZKUM A MONITORING PŘI
PŘÍPRAVĚ A VÝSTAVBĚ SILNIC A DÁLNIC**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: doc. Mgr. Lukáš Trakal, Ph.D.

Zpracovala: Bc. Kamila Möcklová

2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Hydrogeologický průzkum a monitoring při přípravě a výstavbě silnic a dálnic“ vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů. Jsem si vědoma, že se na moji diplomovou práci plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním diplomové/závěrečné práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Karlových Varech dne 29. 05. 2020

Poděkování

Chtěla bych touto cestou poděkovat panu doc. Mgr. Lukáši Trakalovi, Ph.D. a Mgr. Emílii Trakalové za odborné vedení při zpracování této diplomové práce.

V Karlových Varech dne 29. 05. 2020

Seznam zkratek

ČGÚ – Český geologický ústav
ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav
ČIL – Český inspektorát lázní a zřídél
ČSN – Česká technická norma
DSP – Dokumentace pro stavební povolení
DSPA – Dokumentace skutečného provedení stavby
DUN – Dešťová usazovací nádrž
DÚR – Dokumentace pro územní rozhodnutí
EIA – Vyhodnocení vlivů na životní prostředí
GTM – Geotechnický monitoring
GTP – Geotechnický průzkum
HG – Hydrogeologický
MÚK – Mimoúrovňová křižovatka
MŽP – Ministerstvo životního prostředí
NEP – Nepochybně extrahovatelné látky
NL – Nerozpustné látky
ORL – Odlučovač ropných látek
PDPS – Projektová dokumentace pro provádění stavby
PHO – Pásmo hygienické ochrany
PHV – Podzemní hladina vody
PK – Pozemní komunikace
RDS – Realizační dokumentace stavby
SP – Stavební povolení
ÚR – Územní rozhodnutí
TNV – Odvětvová technická norma
TP – Technické podmínky

Abstrakt

Rozšiřování dopravní infrastruktury patří v dnešní době k hlavním aspektům zajišťujícím sociální, ekonomický i hospodářský růst společnosti. Vzhledem k náročnosti výstavby těchto staveb, a to jak z ekonomického, tak i z technického hlediska, se v poslední době přidává i význam jejich vlivu na všechny složky životního prostředí. Tato diplomová práce popisuje a analyzuje přípravu a realizaci staveb z pohledu ochrany povrchových a podzemních voda, a to v souvislosti s hydrogeologickým průzkumem a monitoringem a následným vyhodnocením těchto požadavků vyplývajících ze zákona č. 254/2001 Sb., o vodách, ve znění pozdějších předpisů a zákona č.100/2001 Sb., o posuzování vlivu na životní prostředí, ve znění pozdějších předpisů. Diplomová práce rovněž shrnuje způsob implementace evropských předpisů do legislativních předpisů ČR a následné uplatnění v praxi.

Klíčová slova: hydrogeologický, průzkum, monitoring, podzemní voda, povrchová voda

Abstract

The development of transport infrastructure is one of the key aspects ensuring sustainable social and economic society growth. Due to the complexity of these roads both in economic and technical point of view, there is increasing need to focus on its environmental impacts. This diploma thesis describes and analyses the preparation and realization phases of the road infrastructure constructions from perspective of surface and groundwater protection. Thesis deals with the requirements and needs of hydrogeological survey, monitoring and subsequent evaluation resulting from Act No. 254/2001 Coll., on waters, as amended and Act No. 100/2001 Coll., on environmental impact assessment, as amended. The diploma thesis also summarizes the way of implementation of European regulations into the Czech legislative framework and subsequent application in practice.

Keywords: hydrogeological, survey, monitoring, groundwater, surface water

Obsah

Obsah	6
1 Úvod	7
2 Cíle práce.....	1
3 Metodika.....	9
4 Legislativní a technické předpisy ČR.....	10
5 Metodika práce přípravy stavby	14
5.1 Všeobecné požadavky	14
5.2 Zásady geotechnického průzkumu a monitoringu.....	17
5.3 Provádění geotechnického průzkumu (GTP)	21
6 Navrhování komunikace a vodohospodářská opatření.....	26
7 Zájmové území – výsledky práce/studie	31
7.1 Historie přípravy.....	32
7.2 Geomorfologické poměry.....	33
7.3 Klimatické podmínky	34
7.4 Hydrologické poměry a ochranná pásma	36
7.5 Geologické vlastnosti	37
7.6 Hydrogeologické vlastnosti	37
7.7 Zdroj pivovaru Chodovar	39
7.8 Předběžný hydrogeologický průzkum jako podklad pro dokumentaci územního řízení.....	39
7.9 Podrobný hydrogeologický průzkum jako součást projektové dokumentace pro vydání stavebního povolení.....	41
7.10 Hydrogeologický monitoring	44
8 Diskuze.....	52
9 Závěr.....	55

1 Úvod

Výstavba silnic a dálnic představuje velký zásah do krajiny. Realizací nové liniové stavby vzniká v území rozsáhlá zpevněná plocha, která může do značné míry ovlivnit přirozený režim povrchových a podzemních vod a způsobit tak změnu odtokových poměrů. Tato diplomová práce se zaměřuje na hydrogeologický průzkum a monitoring povrchových a podzemních vod před, v průběhu a po ukončení výstavby úseku I/21, který je ve většině případů součástí hodnocení vlivu stavby na životní prostředí (EIA). Hydrogeologický průzkum posuzuje vliv stavby na hydrogeologické poměry ve vztahu ke stávajícím využívaným zdrojům vody a ověřuje ovlivnění hydrogeologických poměrů v trase budoucí komunikace v místech, kde bude stavební činností zasažena hladina podzemní vody. Monitoring povrchových vod je zaměřený na odběr a následný rozbor a analýzu těchto vzorků z vodních toků. Analyzovány jsou základní fyzikální a chemické ukazatele a jsou mj. zjišťovány hodnoty organických látek i obsah těžkých kovů. V případě monitoringu podzemních vod probíhá většinou měření hladiny podzemní vody, odebírání vzorků podzemní vody a analyzování odebraných vzorků z pasportizovaných hydrogeologických objektů, tj. domovních studní a hydrogeologických vrtů v zájmovém území. Vše je měřeno za podmínek před výstavbou, v průběhu výstavby a po ukončení výstavby a výsledky jsou předávány příslušným dotčeným orgánům mj. vodoprávnímu úřadu.

2 Cíle práce

Cílem diplomové práce je zjištění technických a legislativních požadavků ochrany povrchových a podzemních vod při přípravě a výstavbě silnic a dálnic úseku I/21 v části mezi obcemi Trstěnice a Drmoul a následné zhodnocení naplnění těchto požadavků vyplývajících ze zákona č. 254/2001 Sb., o vodách, ve znění pozdějších předpisů a zákona č.100/2001Sb., o posuzování vlivu na životní prostředí, ve znění pozdějších předpisů.

3 Metodika

V diplomové práci je řešena ochrana povrchových a podzemních vod a nakládání s nimi při přípravě a výstavbě silnic a dálnic, konkrétně silničního úseku I/21 v části mezi obcemi Trstěnice a Drmoul, a to v souvislosti s hydrogeologickým průzkumem a monitoringem. Úvodní část diplomové práce se v literární rešerši zaměřuje na legislativní požadavky ochrany vod v ČR, a to na ustanovení zákona č. 254/2001 Sb. o vodách, ve znění pozdějších předpisů a zákona č. 100/2001 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí, ve znění pozdějších předpisů. V samostatné kapitole literární rešerše jsou popsány fáze přípravy výstavby s požadavky zákona č. 254/2001 Sb., o vodách, zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivu na životní prostředí, a zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu. Analytická část je zaměřena na hydrogeologický průzkum a monitoring při přípravě a výstavbě stavby silničního úseku „I/21 Trstěnice – Drmoul“. V diplomové práci je popsáno zájmové území, legislativní stav, průběh a zpracování hydrogeologického průzkumu a způsob zpracování do projektové dokumentace. Součástí diplomové práce je posouzení ovlivnění zdrojů vody v obcích Trstěnice a Drmoul, a to v souvislosti s probíhající realizací silničního úseku „I/21 Trstěnice-Drmoul“.

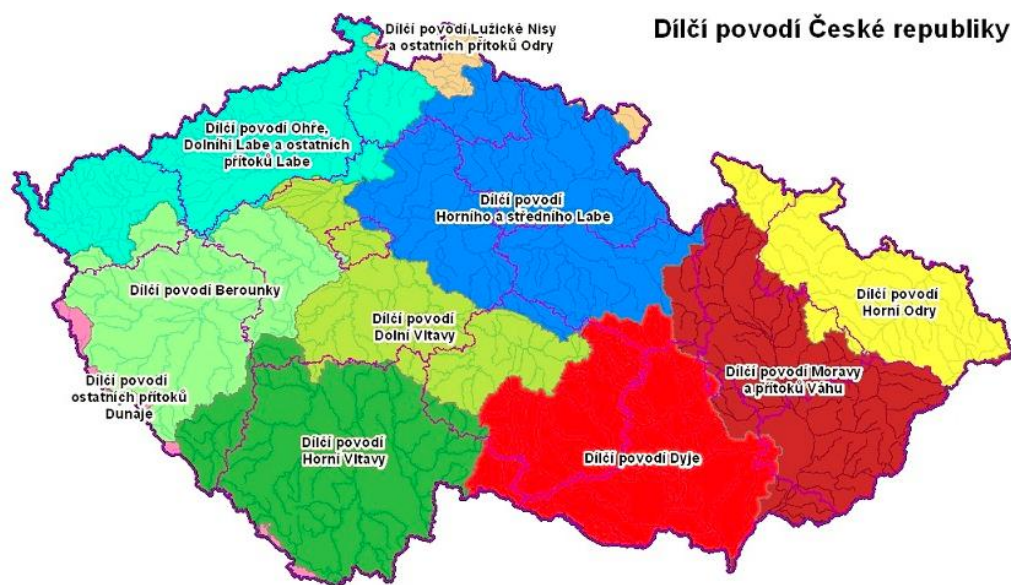
4 Legislativní a technické předpisy ČR

Následující kapitola této diplomové práce (dále jen „DP“) se zaměřuje na rešerši platných právních předpisů ČR vztahujících se k problematice nakládání se srážkovými vodami, ochrany povrchových a podzemních vod a problematice vypouštění vod odpadních.

Při výstavbě silnic a dálnic je třeba zachovat v maximální míře jakost i množství dotčených vodních zdrojů a vyrovnat se s likvidací vod odpadních. Nakládáním s povrchovými a podzemními vodami v ČR se výhradně zabývá Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „vodní zákon“). Účelem tohoto zákona je chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů, zachovat i zlepšovat jakost povrchových a podzemních vod, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajistit bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství. Účelem tohoto zákona je též přispívat k zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou a k ochraně vodních ekosystémů a na nich přímo záviselých suchozemských ekosystémů.

Vodní zdroje České republiky jsou členěny v rámci Oblastí povodí resp. Dílčích povodí stanovených vodním zákonem a přílohou vyhlášky č. 393/2010 Sb., o oblastech povodí v platném znění.

Obrázek 1: Rozdělení České republiky do dílčích povodí dle vodního zákona



Zdroj: Ministerstvo zemědělství (online) [cit. 2020.04.20], dostupné z <http://eagri.cz/public/web/file/134666/_10_povodi.jpg>.

Povrchovými vodami jsou vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu; tento charakter neztrácejí, protékají-li přechodně zakrytými úseky, přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo v nadzemních vedeních (vodní zákon, § 2, odstavec 1).

Podzemními vodami jsou vody přirozeně se vyskytující pod zemským povrchem v pásmu nasycení v přímém styku s horninami; za podzemní vody se považují též vody protékající podzemními drenážními systémy a vody ve studních (vodní zákon, § 2, odstavec 2).

Dle § 38 vodního zákona jsou vymezeny odpadní vody jako vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud se použitím změnila jakost (složení nebo teplota). Tyto vody by mohly svým odtokem ohrozit povrchové a podzemní vody v dané lokalitě (TP 83, 2014). Odpadními vodami nejsou ani srážkové vody z pozemních komunikací, pokud je znečištění těchto vod závadnými látkami řešeno technickými opatřeními podle vyhlášky, kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích (vodní zákon, § 38, odstavec 4). Jedná se o vyhlášku 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích (TP 83, 2014).

Česká republika je, jako členský stát EU, povinna promítat do svých legislativních předpisů také Evropské strategické předpisy. Z hlediska vodní politiky se jedná o Směrnici Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES, kterou se stanoví rámec pro činnost Evropského společenství ve vodní politice (dále jen „Rámcová směrnice o vodách“). V případě ochrany podzemních vod se jedná o Směrnici Evropského parlamentu a Rady 2006/118/ES, o ochraně podzemních vod před znečištěním a zhoršováním stavu. Ustanovení výše uvedených směrnic stanoví pravidla pro předcházení a kontrolu znečištění podzemních vod a hodnocení jejich chemického a kvantitativního stavu. Hlavním prováděcím předpisem směrnic v ČR je 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. Dle této vyhlášky Český hydrometeorologický ústav monitoruje podzemní vody na základě Rámcového programu monitoringu a z výsledků naměřených veličin hodnotí chemický a kvantitativní stav útvarů podzemních vod v pravidelných šestiletých intervalech. Síť situačního i provozního monitoringu podzemních vod je systém monitorovacích objektů zachycujících mělké i hluboké zvodně.

Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů záměrů na životní prostředí ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon o EIA“), upravuje požadavky na posuzování a průzkum všech možných vlivů záměrů na různé složky životního prostředí a veřejného zdraví tak, aby nežádoucí vlivy byly co možná nejvíce zmírněny.

Mezi další dotčené právní předpisy patří:

Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích, který upravuje vztahy vznikající při rozvoji, výstavbě a provozu vodovodů a kanalizací sloužících veřejné potřebě.

Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, upravuje v § 12 součásti a příslušenství dálnice, silnice a místní komunikace.

Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech. Toto nařízení určuje mimo jiné i emisní standardy ukazatelů přípustného znečištění odpadních vod.

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 432/2001 Sb., o dokladech žádosti o rozhodnutí nebo vyjádření a o náležitostech povolení, souhlasů a vyjádření vodoprávního úřadu, stanovuje, jaké doklady pro udělení souhlasu vodoprávního úřadu, v souvislosti se stavbou komunikace, jsou potřebné pro splnění požadavku § 17 vodního zákona.

Vyhláška Ministerstva Zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), mj. v příloze č. 16 uvádí vzorec pro výpočet množství srážkových vod odváděných do kanalizace.

Vyhláška Ministerstva Životního prostředí č. 450/2005 Sb., o nakládání se závadnými látkami a náležitostech havarijního plánu, způsobu a rozsahu hlášení havárií, jejich zneškodňování a odstraňování.

Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, se váže ke stavebnímu zákonu a požaduje upřednostnění vsakování vod. V případě, že je to nemožné, tak je záhodno vodu kontrolovaně odvést do vod povrchových, a pokud to také nelze, tak vodu odvést do jednotné kanalizace. Vždy je však potřeba myslet na účelné zachycování závadných látek prostřednictvím zařízení k tomu vhodných.

Kromě právně závazných předpisů upravuje problematiku týkající se dešťových vod a dopravních komunikací řada právně nezávazných norem, mezi které patří:

ČSN EN 1085 (750160) kat: 52797 - tato norma určuje termíny v čištění odpadních vod a říká, že srážkové vody jsou vody z atmosférických srážek, které dosud neobsahují látky z povrchu.

ČSN 75 6101: Stokové sítě a kanalizační přípojky - tato norma se používá pro návrh a provedení dešťových vpustí, které slouží k odvedení dešťových vod z pozemních komunikací do stokové sítě.

ČSN 75 9010: Vsakovací zařízení srážkových vod - tato norma přináší základní přehled zařízení používaných povrchových a podzemních vsakovacích zařízení. Uvádí v jakém objemu a jakým způsobem se provede geologický průzkum pro zjištění vsakování srážkových povrchových vod. Jsou zde uvedeny postupy a výpočty retenčních objemů vsakovacích zařízení. Norma obsahuje aktualizované návrhové úhrny srážek v České republice.

ČSN 73 6101: Projektování silnic a dálnic - tato norma platí pro projektování silnic a dálnic ve volné krajině, a to pro novostavby, přeložky a rekonstrukce spojené s přestavbou zemního tělesa. V normě jsou uvedeny zásady návrhu odvodňovacích zařízení.

ČSN 73 6110: Projektování místních komunikací – tato norma uvádí zásady pro projektování místních komunikací v sídelních útvarech i ve volné krajině, průtahy silnic v zastavěném území nebo určených územním plánem k zastavění.

ČSN 75 6551: Čištění odpadních vod s obsahem ropných látek - tato norma uvádí čištění odpadních vod s obsahem ropných látek, které jsou přítomné ve formě volně vzplývavé, dispergované, popřípadě usaditelné.

TNV 75 9011: Hospodaření se srážkovými vodami - tato odvětvová norma pro vodní hospodářství, která se zabývá nakládáním se srážkovými vodami funkčním systémem přírodě blízkého odvodnění, spojuje znečištění s typem odvodňované plochy, zařízením a opatřením vhodným pro odstranění jednotlivých druhů znečištění.

TNV 75 2931: Povodňové plány

TKP-D 5: Technické podmínky pro dokumentaci staveb - tyto technické podmínky uvádějí základní požadavky pro odvodnění pozemních komunikací a platí pro všechny stupně dokumentace staveb pozemních komunikací.

TP 83: Odvodnění pozemních komunikací - tyto technické podmínky ukazují, jak bezpečně zachytit a odvést srážkové vody do vhodného recipientu.

TP 76 A, B, C: Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace - tyto technické podmínky udávají zásady geotechnického průzkumu, provedení geotechnického

průzkumu a postup geotechnického průzkumu při navrhování a provádění tunelů pozemních komunikací.

5 Metodika práce přípravy stavby

V následujících kapitolách se DP zabývá problematikou HG průzkumu během přípravy stavby silnic a dálnic a požadavky na projektovou dokumentaci z hlediska zákona o EIA.

5.1 Všeobecné požadavky

Při přípravě a realizaci výstavby pozemní komunikace a jejím pozdějším provozu nesmí odváděná povrchová (srážková) voda nepříznivě ovlivňovat jakost povrchových a podzemních vod. Tyto technické podmínky (dále jen TP) obsahují zásady pro návrh odvedení srážkové vody z pozemních komunikací a případné úpravy kvality před jejím vsakováním či odváděním do povrchových vod či jiného recipientu a pro případné další nakládání s těmito vodami. TP obsahují soubor požadavků na způsob navrhování, posuzování a provádění objektů odvodnění pozemních komunikací. TP jsou určeny zejména projektantům, zadavatelům staveb a správcům PK (TP 83, 2014).

Při návrhu způsobu odvádění srážkové vody je třeba brát ohled na zásady ochrany přírody a péče o krajinu. Při deštích s velkou intenzitou může způsobit nárazový přítok povrchové vody do recipientu podstatné škody. Proto je třeba zajistit zadržení nebo vsáknutí povrchové vody pomocí různých stavebních úprav. V případě vodních toků mají jako recipienty sloužit především stávající vodní toky. Je tedy třeba se co nejvíce vyhnout výstavbě nových toků, a to i podobným přírodním. To neplatí pro zaniklé vodoteče nešetrně ovlivněné intenzivní zemědělskou výrobou. Absence starých zrušených vodotečí se často projevuje erozními rýhami v polích. Pro návrh mohou velmi dobře posloužit historické mapy, kde jsou zrušené vodoteče zobrazeny. Při výstavbě nové pozemní komunikace je třeba již v základním návrhu (studie nebo dokumentace pro územní rozhodnutí) zohlednit případný výskyt významnějších vodních zdrojů či obdobných, z hlediska ovlivnění srážkovými vodami citlivých lokalit a navrhnout opatření pro vyloučení, snížení nebo kompenzování nepříznivých vlivů. Tento návrh se pak konkretizuje v dalších úrovních zpracování projektu, zejména při technickém návrhu pozemní komunikace. Dokumentaci stavby je třeba doložit a projednat s příslušnými vodoprávními úřady a především se správci

dotčených vodních toků. V rané fázi přípravy stavby komunikace (ve studii, v podkladech pro posouzení vlivů komunikace na životní prostředí) je nutné provést hodnocení významných a jiných vodních zdrojů, které mohou být negativně ovlivněny plánovanou realizací stavby. Dokumentace se vždy projednává s příslušným vodoprávním úřadem a se správci vodních toků jako např. Povodí Ohře, s. p. (TP 83, 2014; TP 76, 2009).

Pro posouzení předpokládaného vlivu záměru na stav vodních útvarů se používají aktuální datové vrstvy vymezující útvary povrchových a podzemních vod, která je součástí návrhů aktualizovaných plánů povodí dle § 24 vodního zákona. Hodnocení stavu útvarů povrchových a podzemních vod pro účely zpracování plánů povodí zpracoval a publikoval Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i. (dále jen „VÚV TGM“). Výsledky hodnocení stavu útvarů pro potřeby předkládaného posudku se přebírají z veřejně přístupné webové aplikace „Hydrogeologický informační systém VÚV TGM“. Dopady na klasifikaci ekologického stavu vodních útvarů jsou vyhodnocovány na základě expertního posouzení vlivů daného záměru na biotická společenstva (biologické složky kvality dle Přílohy v Rámcové směrnici o vodách). Dále se zmiňují i možné vlivy na chemické a fyzikálně-chemické parametry ekologického stavu, předpokládané vlivy na chemický stav dotčených útvarů povrchových a podzemních vod a kvantitativní stav dotčených útvarů podzemních vod v souladu s Přílohou Rámcové směrnice o vodní politice, která byla implementována do národní legislativy Vyhláškou č. 98/2011 Sb., o způsobu hodnocení stavu útvarů povrchových vod, způsobu hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých útvarů povrchových vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod ve znění pozdějších předpisů a Vyhláškou 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 pozdějších předpisů.

V posledních letech je žádoucím trendem zadržení co největšího objemu vody v krajině, případně zajistit efektivní zásáknutí do okolní krajiny. V článku Evropské komise (2014) může integrace dopravy a zelené infrastruktury zvýšit scénickou hodnotu a propojení. Mezi prvky, které lze integrovat do výstavby silnic patří vegetativní drenáž v kombinaci s porézními materiály, propustnými dlaždicemi do ulic nebo parkoviště. Dle Evropské Unie (2014) jsou přírodní retenční opatření multifunkční opatření, jejichž cílem je ochrana zdroje vody využívající přírodní

prostředky a procesy. Přírodní retenční opatření může přispět ke snížení rizika povodní a nedostatku vody a také zlepšit útvary povrchových a podzemních vod.

Liniové stavby již ze své podstaty zasakování vody neumožňují a z tohoto důvodu se značná pozornost projektantů soustředí na možnost odvodu dešťových srážek z povrchu silnic a dálnic. Řešením tohoto problému může být vybudování sítě kanalizace, která by následně ústila do dešťových usazovacích nádrží vybavených odlučovačem ropných látek a následně přepadem do vhodného recipientu. Tímto způsobem lze zabránit či omezit negativním vlivům intenzivních dešťových srážek či dopravním haváriím s únikem ropných látek. Projektování a příprava vhodného způsobu odvodnění komunikace probíhá s ohledem na lokální podmínky. Pro primární zjištění místního terénu jsou prováděny průzkumy druhu, množství a původu vody. Dále jsou velmi důležité informace o průměrných měsíčních teplotách a denních srážkových úhrnech pro danou lokalitu z dlouhodobého monitoringu Českého hydrometeorologického ústavu. Dalším z důležitých podkladů jsou topografické mapy, včetně map vodohospodářských, poskytující celkový přehled krajiny a rozvodí. Celkový přehled krajiny a rozvodí poskytují topografické a vodohospodářské mapy. Požadavky na navrhování, posuzování a provedení objektů k odvedení srážkové vody z pozemních komunikací a případnou úpravu jejich kvality před vsakem nebo odvodem do recipientu a pro případné další nakládání s těmito vodami jsou popsány v technických podmínkách (TP 83, 2014).

Projektová dokumentace v každém stupni (studie stavby, DÚR, DSP, ZDS) musí obsahovat „Celkové vodohospodářské řešení stavby“. Odvodňovací zařízení komunikace je vždy navrhováno v souladu se všemi platnými ČSN a TP. Dále se berou v potaz výsledky HG průzkumu a monitoringu. Projektant zapracovává a vypořádává se s podmínkami stanovisek EIA, vodoprávního úřadu, správci povodí a toků a odbory životního prostředí příslušných úřadů. V obsahu projektové dokumentace musí být specifikováno povodí, ve kterém se stavba nachází, zda se plánovaná stavba přibližuje k ochranným pásmům vodních zdrojů a jaké vodní toky kříží. Při projektování se vyhodnocuje odtokové množství srážkové vody z komunikace a popisují se odtokové poměry přilehlých povodí. Na základě výpočtů se projektuje odvodňovací zařízení s dostatečnou kapacitou. Na pozemcích odvodněných melioracemi, na kterých bude umístěna stavba, se stávající odvodnění zdokumentuje a provede se připojení na hlavní projektované odvodňovací zařízení. Evidence melioračních objektů původně spadala pod správu Zemědělské vodohospodářské správy, avšak v dnešní době jsou tyto

objekty spravovány vlastníkem pozemku prostřednictvím státních podniků Povodí, Lesy ČR, Státní pozemkový úřad. Tyto instituce jsou vždy dotčeným orgánem při územním a stavebním řízení a vydávají závazná stanoviska nebo vyjádření a platnost souhlasu, kde jsou uvedeny podmínky souhlasu. Hydrogeologický průzkum je součástí geotechnického průzkumu (TP 83, 2014).

5.2 Zásady geotechnického průzkumu a monitoringu

GTP je činnost směřující k získání potřebných poznatků o inženýrskogeologických, hydrogeologických a hydrologických poměrech a o geotechnických podmínkách horninového prostředí včetně fyzikálně-mechanických vlastností horninového masivu pro účely územního plánování, projektování a realizace staveb a pro účely sanace důsledků činnosti člověka i přírodních vlivů na zemský povrch.

Hydrogeologický průzkum se provádí v rámci geotechnického průzkumu. Geotechnika a inženýrská geologie zkoumá zeminy a skalní horniny a vyšetřuje jejich vzájemné působení se stavebními objekty. Geotechnický průzkum navzájem propojuje specializace jako inženýrská seismologie, zakládání staveb, environmentální geotechnika, lomařství, mechanika zemin a mechanika hornin. V inženýrské geologii je zahrnuta hydrogeologie, která je spojená se stavební činností a přímo souvisí se životním prostředím. Veškeré metody, závěry a doporučení musí být v souladu s ochranou přírody a krajiny. V technických podmínkách TP 76 část A (2009) jsou uvedeny zásady geotechnického průzkumu a tím i hydrogeologického průzkumu a hydrogeologického monitoringu.

Geotechnický průzkum určený k přípravě výstavby komunikace se rozděluje mimo jiné dle etap a dle náročnosti etapy plánované výstavby. Geotechnický průzkum musí být proveden včas, protože slouží jako podklad pro zpracování příslušného druhu dokumentace.

Tabulka 1: Vztah etap průzkumných prací a fází dokumentace staveb

Druh dokumentace staveb	Druh geotechnického průzkumu
Studie	Rešerše a orientační průzkum
DÚR	Předběžný průzkum
DSP	Podrobný, případně doplňující průzkum
PDPS	Doplňující průzkum
RDS DSPS	Geotechnické sledování výstavby

Zdroj: vlastní

Ve fázi zpracování studie je prováděn orientační průzkum, který posuzuje území dotčené navrhovanou komunikací. Je používán pro vyhledávání trasy komunikace a k vytipování problémových míst, kde bude potřeba podrobnějšího zkoumání. Využíváno je poznatků ze základního geologického výzkumu a všech dřívějších průzkumných prací. Je doporučeno uplatňovat nepřímé metody např. geologická interpretace leteckých snímků a geofyzikální měření, dále pak výtahy z literárních a archivních zdrojů (podklady geofondu). Mapováno je území z hlediska geomorfologie a geologie. V patrnosti se vedou jak odkryvy přirozené, tak umělé. V závěru průzkumu se uvádí základní místopis trasy s přehledem morfologických, inženýrskogeologických a hydrogeologických poměrů. Dále jsou tam zahrnuty informace o hlavních typech pokryvných útvarů a horninách skalního podkladu a uvádí se také předpokládaná hladina podzemní vody (TP 76, 2009).

Předběžný průzkum je podkladem pro zpracování dokumentace pro územní rozhodnutí. Úkolem průzkumu je vyšetřit inženýrskogeologické a hydrogeologické poměry v trase a dotčeném okolí trasy komunikace, dále průzkum navrhuje způsob založení objektů, stanovuje stupně chemicky agresivního prostředí v zeminách a ve vodě, zkoumá podzemní vody v trase tělesa a v jeho širším okolí. Zkoumá vliv budoucí komunikace a stavebních prací na narušení úrovně v současných vodních zdrojích a znečištění především podzemních vod a posuzuje se i varianta zřízení náhradních zdrojů. Posuzuje se, zda není ohrožena stabilita sousedních objektů vlivem změny hladiny podzemní vody. Vytipují se riziková území a rizikové problémy. V průzkumu se uplatňují převážně nepřímé metody. Odkryvné práce se provádějí dle konstrukce a složitosti geologické stavby dané lokality podle technických pokynů. Určuje se, kolik se zavede sond v podélném a příčném směru. Technické podmínky

udávají minimum sond v podélném směru. Řešení příčného směru k trase je vždy uvedeno v zadávací dokumentaci v kvalitativních požadavcích stavby. Pro silnice se směrově oddělenými jízdními pruhy (čtyři pruhy) musí být v příčném řezu minimálně 2 sondy, u dvoupruhových silnic stačí i jedna sonda v kombinaci s dalším geologickým údajem. Dále se určuje hloubka sond, a to v místech budoucích zářezů, násypů a mostních objektů. V rámci průzkumu se provádí inženýrskogeologické mapování a rajónování území pro znázornění inženýrskogeologických poměrů v okolí budoucí komunikace, které určí předpoklad, kolik množství stavebního materiálu se dá využít pro stavbu komunikace. Geofyzikální průzkumné práce využívají metody nepřímého zjišťování geologických poměrů, terénní zkoušky a měření k ověření geotechnických vlastností zemin a hornin in situ. Laboratorní zkoušky se provádějí k určení jejich fyzikálně mechanických vlastností. Dále v rámci laboratorní zkoušky se provádí chemická charakteristika zeminy a podzemní vody v souvislosti s reakcí na beton. Hydrogeologické práce se zaměřují na oblast, kde se předpokládá, že budoucí komunikace ovlivní hydrogeologickou strukturu. Průzkum se musí provést tak, aby celá hydrogeologická struktura dotčená stavbou byla zahrnuta v průzkumu. Metody hydrogeologického průzkumu jsou hydrogeologické mapování a sezónní záměry hladiny podzemních vod v pozorovacích vrtech a vodních zdrojích v širokém okolí budoucí silnice (TP 76, 2009).

Výsledkem hydrogeologických prací v dané etapě průzkumu je zpravidla:

a) mapa stávajících hydrogeologických objektů v pruhu o šířce cca 1 km (u dálnic a rychlostních silnic) a cca 500 m u silnic, se základními údaji o jednotlivých objektech,

b) mapa hydrogeologických povodí

c) případný návrh na režimní pozorování vytipovaných oblastí ve vyšší etapě průzkumu,

d) zhodnocení vlivu budoucí komunikace a stavební činnosti na okolí - především na ohrožení hladiny ve stávajících vodních zdrojích nebo na znečištění podzemních vod, včetně posouzení možnosti zřídít vodní zdroje náhradní (TP 76 A, 2009).

Podrobný geotechnický průzkum je podkladem k tvorbě projektové dokumentace pro stavební povolení. Průzkum by měl nashromáždit co nejvíce možných údajů o hydrogeologických a inženýrskogeologických poměrech budoucí komunikace a v jejím dotčeném okolí. Dále by v průzkumu měly být uvedeny všechny údaje pro výpočty vlivu budoucí silnice na zástavbu v okolí např. na změnu proudění

vody. Doplněny informace o vlastnostech hornin z komunikace a z okolí stavby. Podle laboratorních zkoušek je upřesněn vztah zemin a konstrukčních materiálů, podle chemické charakteristiky je určen stupeň agresivity podzemní vody a zemin na stavební konstrukce včetně jejich změny v čase. V průzkumu jsou doplněny údaje o režimu podzemní vody v trase budoucí silnice a v případě potřeby je navrženo řešení snížení hladiny podzemní vody a je stanoven vliv kapilární vztlakovosti na vodní režim vozovky. Pracovní postupy a metody jsou stanoveny z předešlých zjištění dosavadních průzkumů, nejvíce z předběžného průzkumu. Měření nepřímými metodami a odkryvné práce se oproti předběžnému výzkumu rozšiřují tak, aby společně s výstupy z minulých etap vytvořily spojitý prostorový obraz o hydrogeologických a inženýrskogeologických podmínkách zájmového území a o fyzikálně-mechanických vlastnostech stávajících hornin (TP 76, 2009).

Úkolem doplňujícího průzkumu je upřesnění poznatků o geotechnických poměrech v podloží trasy stavebního úseku, ověřených v rámci podrobného geotechnického průzkumu. Doplňující geotechnický průzkum vychází ze závěrů podrobného průzkumu. Vyšší důraz se klade na terénní zkoušky a měření, výsledky doplňkového průzkumu jsou prováděny pro doplnění a upřesnění projektové dokumentace pro provádění stavby, případně pro stavební povolení. Tato etapa se zařazuje výjimečně a to v případě neočekávaných změn s nutností doplnění stávajících geotechnických informací (TP 76, 2009).

Hydrogeologický monitoring se obvykle zahajuje rok před počátkem výstavby. Dobu monitorovacího období stanovuje orgán ochrany přírody ve stanovisku k dokumentaci EIA. Hydrogeologický monitoring u povrchových vod zahrnuje měření průtoků, u podzemních vod měření hladiny podzemní vody v hydrogeologických objektech – HG vrtech a studních včetně laboratorních rozborů a vydatnosti zdrojů podzemní vody. Monitorují se rozdíly v údajích před, během a rok po vlastní realizaci stavby. Sledování hladiny podzemní vody se provádí pravidelně, hladina podzemní vody může kolísat podle ročního období. Naměřené hladiny za určité období se mohou porovnat se záznamy geologických či vodohospodářských institucí. Monitoring kvality u povrchových i podzemních vod zahrnuje odběr vzorků z vytipovaných bodů monitorovací sítě. Během celého období monitoringu je třeba zachovat kontinuitu ve smyslu metodik, projektu monitoringu, příslušných ČSN a legislativních předpisů. Závěry hydrogeologického monitoringu po dokončení

stavby ověří, zda navržená vodohospodářská řešení stavby byla funkční a vhodná (TP 76, 2009).

5.3 Provádění geotechnického průzkumu (GTP)

Pracemi GTP se rozumí práce přípravné, projektové a kamerové, sledování a řízení terénních prací, práce vrtné, práce kopné, práce prováděné hornickým způsobem, terénní zkoušky a měření, laboratorní zkoušky a práce vyhodnocovací.

Příprava GTP obsahuje informace dodané objednatelem nebo projektantem, jako je projektová dokumentace, technické údaje o projektované komunikaci, mapové podklady, dále obsahuje údaje o geologických, geomorfologických, hydrologických, klimatických, hydrogeologických poměrech. Musí být prostudována literatura a archivní materiály. Dále se doporučuje prozkoumat současné i archivní mapy topografické, geologické, geomorfologické, hydrogeologické, pedologické, mapy základových půd a jiné účelové mapy, případně i letecké snímky. Důležitá je osobní prohlídka terénu a zhodnocení daného území z hlediska geologického, geomorfologického, inženýrskogeologického, hydrogeologického a jiného se zřetelem na cíl průzkumu (TP 76 B, 2009).

Práce odkryvné umožňují získat přehled o geologických a hydrogeologických poměrech a podmínkách daného území, kde povede trasa komunikace. Rozlišujeme práce vrtné, práce kopné a práce prováděné hornickým způsobem. U vrtů tyto práce jsou děleny na jádrové, kde technologie poskytuje vzorek horniny k dokumentaci a vrty bezjádrové, kde neposkytuje vzorek horniny (TP 76 B, 2009).

Obrázek 2: Vzorek zeminy z jádrového vrtu



Zdroj: vlastní

U sledování vodního režimu a hydrogeologických poměrů musí vrty umožňovat vystrojení vrtu, které se může využít dočasně, ale i trvale. Průměr vrtu je zvolen nejenom podle vrtaných hornin, ale i podle množství zvodnělých obzorů, jejich hloubek a mocnosti, druhu a průměru čerpadla a způsobu vystrojení. Vystrojováním vrtu se zajišťuje stabilita jeho stěn a umožňuje pozorovat hladinu podzemní vody, měření a zvláštní zkoušky v podzemních vrtech (TP 76 B, 2009).

Obrázek 3: Vystrojený vrt



Zdroj: vlastní

U pozorování vodních režimů a hydrogeologického poměru se musí dle TP 76 B (2009) dodržovat tyto zásady:

- Pažnice musí být při povrchu terénu opatřena cementem, aby zamezila průsaku povrchové vody podél pažnic a tlaku v případě artézského horizontu.
- Na vrtech s artézským přetokem je měřeno a zaznamenáváno v jednotlivých intervalech, které jsou cca 2 - 4 hodiny, množství a teplota přetékané vody. Dále se minimálně jednou za směnu měří teplota vzduchu. K těmto údajům se uvádí hloubka vrtu, která byla dosažena v době měření. Teplotu a tlak vzduchu předepisuje technická směrnice.
- Orientační čerpací zkouška a stoupací zkouška s případným odběrem vzorků vody se provede dle požadavku hydrogeologa v každé navrtané zvodni.
- Nesmí dojít k propojení rozdílných zvodní při hloubení a vystrojování vrtu.
- Je vhodné provést pro každou zvodně samostatný vrt s ohledem na zjišťování HG poměrů oddělených zvodní.

Obrázek 4: Vrtná souprava ADBS



Zdroj: Stavební geologie – Geoprůzkum, dostupné (online) [cit. 2020.04.20], dostupné z <<http://geoprůzkum.cz/katalog-vrtnych-souprav/#prettyPhoto>>.

Práce kopné a práce prováděné hornickým způsobem jako je hloubení šachet a rýh umožňují pozorování a vyšetřování horniny v přirozeném uložení a odebrání neporušených vzorků na stěnách šachtic. Pažnice je možné vyjmout. V TP 76 B (2009) je uvedeno, že pokud je zastižena podzemní voda, sledují se a zaznamenávají se tyto údaje:

- Vydatnost a místo přítoku podzemní vody, její teplota a teplota vzduchu.

- Před zahájením a po ukončení každé směny zaznamenat úroveň hladiny podzemní vody a v případě, že nastane význačná změna (zvýšený přítok, ztráta vody apod.).
- Aby bylo možné stanovit celkové přítoky do díla, zaznamenává se při soustavném čerpání podzemní vody z díla doba čerpání, čerpané množství, hloubka a rozměry díla.

Terénní zkoušky a měření slouží ke zjištění propustnosti horninového prostředí, hydrogeologických statistik zvodní, určování úrovně hladiny podzemní vody, vydatnost zdrojů podzemní vody a jejího kolísání. Čerpací a stoupací zkoušky určují základní charakteristiku zvodní. Odčerpávají podzemní vodu v nepřetržitě časově vymezeném intervalu, který je ukončen stoupací zkouškou. K získání orientačních údajů o propustnosti se používají nálevové zkoušky a to pouze u pokryvných útvarů v případě průlinové propustnosti zkoušeného prostředí. K získání podkladů pro studium hydrologických a hydrogeologických, případně i hydrochemických zákonitostí daného území v závislosti na srážkových poměrech slouží režimní pozorování. Sleduje se a měří se hladina vody v pozorovacích vrtech, ve stávajících studních, v povrchových vodních nádržích a vodotečích a vydatnost pramenů (TP 76 B, 2009).

Inženýrskogeologické mapování a hydrogeologické mapování je součástí komplexního geotechnického průzkumu hlavně u průzkumu rozsáhlých územních celků. Základní i účelové hydrogeologické mapy jsou sestavovány s ohledem na využitelné zásoby podzemních vod a na jejich ochranu. Sestavování map se řídí dle příslušné směrnice č. 1/89 ČGS o inženýrskogeologickém mapování. (TP 76 B, 2009).

Měřičské práce slouží ke geodetickému zaměření průzkumných děl a jiných objektů důležitých pro GTP (dočasné odkryvy a projevy poruch). Přesnost průzkumu do značné míry závisí na přesnosti zaměření. Řešitel GTP určuje způsob provedení měřičských prací. Vytyčené dílo se v terénu označuje kolíkem nebo nesmyvatelnou barvou s předepsaným označením a popisem. Další součástí GTP jsou laboratorní výsledky. Zkoumané vzorky se zpracovávají v laboratořích mechaniky zemin, mechaniky hornin, chemie a technologie vody. Vzorky se vyhodnocují dle platných norem a předpisů na základě požadavku GTP. Laboratoř je přijímá s písemným požadavkem, který obsahuje druh, rozsah a termín požadovaných zkoušek a vyšetření.

Výsledky průzkumných prací se předkládají v závěrečné, v dílčí, předběžné zprávě nebo v odborném vyjádření. Obsahem zprávy o výsledcích průzkumu je obvykle uvedena část textová a přílohová.

V textové části jsou obsaženy kapitoly:

- Úvod
- Všeobecná část
- Podrobná část
- Závěry

Přílohová část se sestává z:

- Textové přílohy
- Grafické přílohy
- Fotografické dokumentace
- Geotechnických pasportů

6 Navrhování komunikace a vodohospodářská opatření

Nepříznivý vliv na hydrogeologické poměry v lokalitě navržené komunikace mají zemní práce, které zasáhnou pod úroveň hladiny podzemní vody. A to především zářezy a mosty pro jejich hloubkové založení. V důsledku vybudování zářezu může dojít k trvalému snížení hladiny podzemní vody v okolí, která může zapříčinit změny směru proudění podzemní vody a může ovlivnit zdroje podzemní vody v okolí. S překážkou odvedení dešťových vod a přítoky podzemních vod do zářezů se projektová dokumentace musí vypořádat. Projektování odvodňovacího zařízení komunikace se odvíjí z výsledků Českého hydrometeorologického ústavu, jenž pravidelně měří množství dešťových srážek a očekávaného úhrnu srážek v místě navrhované komunikace, a to jak v intravilánu, tak i v extravilánu (TP 83, 2014).

Z celého souboru činností plánovaných při realizaci záměru jsou relevantní vzhledem k potencionálnímu ovlivnění stavu útvarů povrchových vod zejména vlivy stavebních objektů křížící vodní toky a vodní plochy, popřípadě terénní deprese. Zvláště u přechodu terénních depresí násypy je třeba zajistit průchod přívalových srážkových vod skrz těleso komunikace vhodně umístěnými propustky, popřípadě vybudováním propustných drenů. Křížení komunikací s vodními toky je řešeno

mostními objekty. Dále svou povahou mohou potencionálně ovlivnit stav útvarů povrchových vod také stavební objekty dešťových usazovacích nádrží.

Úpravy dotčených toků by měly být prováděny v co nejmenším možném rozsahu s cílem minimálního zásahu do stávajících přírodních a odtokových poměrů. Úpravy toků musí být v rámci DSP projednány s jejich správcí a vodohospodářským orgánem. Vodohospodářské objekty řeší odvodnění navrhované stavby a souvisejících objektů včetně havarijních a záchytných objektů, meliorací a přeložek nebo úprav vodních toků. Voda z povrchu komunikace je sváděna mimo ni individuálně podle místních podmínek. Dle TP 83 (2014) srážkovou vodu z komunikace je možno vypouštět do recipientů:

- do půdních vrstev (do horninového prostředí),
- do vodotečí, resp. do srážkové kanalizace, která je zaústěna do vodoteče,
- do jednotné kanalizace.

Dle ČSN 73 6101 jsou vody z komunikace zachyceny a odvedeny odvodňovacím zařízením, které rozdělujeme na otevřená a krytá. Otevřená jsou rigoly, příkopy, odvodňovací proužky, žlábků, otevřené žlaby, uliční a horské vpusti, vsakovací jámy a vsakovací prostory. Krytá jsou odvodňovací potrubí, kryté žlaby a stoky, drenáže. Nedílná součást odvodnění jsou vegetační úpravy.

Silniční srážková kanalizace slouží k odvedení srážkových vod do příslušného vodního recipientu. Gravitační stoková síť je dimenzována v souladu s ČSN 73 6101 a TP 83 (2014) Odvodnění pozemních komunikací. Při navrhování kanalizace se musí počítat se srážkovými údaji převzatých z ombrografické stanice. Vlastní zachycení srážkových vod je prostřednictvím uličních vpustí, nebo klasickými žlaby a návržením správné nivelety a příčného sklonu komunikace. Vzdálenost mezi uličními vpustmi je závislá na intenzitě návrhového deště, hltnosti mříže a sklonových poměrech. Dalším objektem ve srážkové kanalizaci jsou šachty. Šachty rozlišujeme podle funkce a to na revizní, spadišťové, uzavírací, rozdělovací a spojné. Jako s jedním z bezpečnostních prvků kanalizace je potřeba uvažovat s osazením bezpečnostních kanalizačních šoupátek do koncových šachet. Ty umožňují celkové uzavření stoky v případě úniku provozních kapalin z havarovaných vozidel či v případě havárie vozidla převážející nebezpečný náklad. Jako záchytné zařízení se také používají normé stěny. V případě silného znečištění se doporučuje u výpustí projektovat odlučovače ropných látek – ORL (TP 83, 2014).

Současná legislativa upřednostňuje zasakování srážkových vod. Pro efektivní provedení zasakování je nutné zhodnotit vhodnost použití této metody posouzením lokality na základě hydrogeologického a geologického průzkumu. Odvodnění komunikace zasakováním, dle požadavků platné legislativy, můžeme zajistit např. plošným zasakováním, zasakovací rýhou, drenáží, zasakovacím průlehem, zasakovacím poldrem. Podle Maissnera et al. (2006) je hlavním cílem odfiltrovat škodliviny ještě před tím než se voda stačí zasáknout, popřípadě odvést do lokálního vodního koloběhu. Předpokladem přirozeného čištění je zatravněná svrchní vrstva půdy, zjištění očekávaného znečištění odtékající vody a velikost plochy napojené na vsakovací zařízení nebo následného odvedení vody do recipientu. Je třeba usilovat o opatření a konstrukční prvky přírodě blízkých, které podpoří odpařování, vsakování a regulovaný odtok do malého vodního cyklu a přispějí k trvale udržitelnému rozvoji příznivých podmínek pro faunu a floru.

V případě, že není zákonný důvod pro zákaz vsakování v dané lokalitě (např. v ochranných pásmech vodních zdrojů), je třeba prověřit možnosti vsakování srážkových vod. ČSN 75 9010 uvádí vody přípustné a nepřípustné. Nepřípustné vody je nutno předčistit podle zvoleného způsobu vsakování druhem předčištění uvedeným v TNV 75 9011, např. zachycením hrubých nečistot, odbouráváním nečistot přírodními procesy, gravitační separací látek (TP 83, 2014).

Tam, kde je to z důvodu ochrany vodoteče před nepříznivým ovlivnění průtokových poměrů nutné, jsou navrhovány pro snížení odtokové špičky retenční nádrže. Navrhují se jako otevřené nebo uzavřené. Otevřené nádrže mohou být jako suché nádrže bez stálého nadržení nebo jako nádrže s trvalou hladinou vody (TP 83, 2014). Retenční nádrž je vybavena zařízením na vypouštění plynulého odtoku a bezpečnostním přepadem s odpadním korytem. Maximum odtoku stanoví správce toku. Jedná se o vodní dílo (§55 odst. 1 vodního zákona), které schvaluje speciální stavební (vodoprávní) úřad, na které je nutné vydat kromě stavebního povolení také povolení k nakládání s vodami (§ 2 odst. 9 vodního zákona).

V tabulce 2 jsou zřehledněna doporučující opatření pro předčištění srážkových vod z pozemních komunikací (TP 83, 2014).

Tabulka 2: Doporučující opatření

Typ plochy	Opatření
Komunikace pro chodce a cyklisty	Není nutné
Málo frekventované parkoviště osobních aut	
Málo frekventované pozemní komunikace (příjezdy k domům – do 300 automobilů za 24h.)	
Středně frekventované pozemní komunikace (do 15000 automobilů za 24h.)	Minimální požadavek: jednoduché mechanické předčištění - kalová jímka s nornou stěnou pro zadržení lehkých kapalin, pokud možno, doplnit o filtraci
Vysoce frekventovaná parkoviště (osobní auta a autobusy)	Minimální požadavek: náročnější mechanické předčištění – odlučovač lehkých kapalin, usazovací nádrž s nornou stěnou, pokud možno doplnit přes filtraci, případně filtrace přes adsorpční materiály.
Vysoce frekventované pozemní komunikace (nad 15000 automobilů za 24h., parkoviště nákladních aut)	

Zdroj: TP 83 (2014), úprava vlastní

Pro čištění srážkových vod z povrchového odtoku ze silnice před jejich vypouštěním do vodotečí jsou projektovány dešťové usazovací nádrže (DUN). Možnosti využití jednotlivých zařízení pro čištění srážkových vod z komunikace stanovuje TNV 75 9011. Zde jsou uvedena doporučená opatření pro předčištění srážkových vod z různých typů ploch při zaústění do povrchových vod.

DUN jsou převážně koncipovány jako monolitické dešťové nádrže, nebo jako podzemní prefabrikované nádrže, jejichž uspořádání je v souladu s ČSN 73 6101. Nádrže slouží k usazení sedimentů v kalovém prostoru a zachycení ropných látek pomocí norné stěny a koalescenčního filtru. V případě havárie je pak umožněn záchyt havarijního úniku ropných látek - požadovaný objem 30 m³ před nornou stěnou (TP 83, 2014). DUN je složena z kalojemu a z odlučovače ropných látek. Prvotní zachycení objemu cisterny v případě ropné havárie již řeší norná stěna na odtoku kalojemu. Pro provoz těchto zařízení musí být vyhotoven manipulační a provozní řád. Můžeme se setkat i s přírodní otevřenou nádrží, které využívají především principu sedimentace a gravitačního odlučování - ropné látky vyplavou nad hladinu, mohou se zde také výhodněji uplatnit i biologické dočišťovací procesy. Jejich výhodou je jednoduchost a při nižších investičních nákladech vytvoření velkého zádržného prostoru. Navrhují se podle ČSN 74 2410 Malé vodní nádrže (TP 83, 2014).

Obrázek 5: Dešťová usazovací nádrž - dálnice D1



Zdroj: vlastní

Dočišťovací zařízení se používají v případech, kdy požadované limity vypouštěných vod nedosahují přípustného znečištění. Při biologickém čištění připadají v úvahu umělé mokřady (s volnou vodní hladinou, bez volné vodní hladiny, případně jejich kombinace) a půdní filtry. Vedle fyzikálních a chemických procesů čištění se uplatňují procesy biologické, založené na bakteriálním metabolismu a částečně i na metabolismu rostlinném. Hlavní výhodou je, že proces čištění se nejvíce přibližuje přírodním podmínkám a je funkční i při kolísavém zatížení. Nevýhodou je, že je nutné předčistit vodu od sedimentujících částí a také havarijního znečištění. Pokud toto nebude zachyceno v předchozím stupni čištění, bude znamenat likvidaci biologické funkce zařízení a rozhodující je, aby znečišťující látka nepronikla dále do toku. Pro komunikace je využití biologického čištění zatím ve stadiu zkušebním. V zahraničí jsou tato zařízení navrhována jako třetí stupeň čištění srážkových vod z frekventovaných komunikací, nebo se jich využívá v rámci systému dočištění a vsakování srážkových vod v intravilánu. Dále se při dočišťování využívají koalescenční filtry, které jsou jednoduché na údržbu a adsorpční filtry, které se většinou používají pouze při havarijním zvýšení koncentrace ropných látek (TP 83, 2014).

Výstavba silnic a dálnic je akcí velkého rozsahu, při které je nakládáno se závadnými látkami většího rozsahu a se zvýšeným nebezpečím pro povrchové vody (práce v blízkosti vodních toků, v blízkosti nebo pod úrovní hladiny podzemních vod, v blízkosti individuálních podzemních vodních zdrojů, v záplavovém území) dle vodního zákona a Vyhlášky č. 450/2005 Sb. Pro období výstavby musí být zpracován plán opatření pro případ havárie tzv. „Havarijní plán“. Plán musí splňovat náležitosti Vyhlášky č. 450/2005 Sb. a obsahovat odborná stanoviska správců dotčených toků. Dodavatel stavby musí předložit před zahájením stavby tento havarijní plán s aktuálními údaji příslušnému vodoprávnímu úřadu k souhlasu, který bude následně součástí tohoto plánu. Pro drobné vodoteče v době přívalových dešťů, dlouhotrvajících srážek a v záplavovém území platí možnost ohrožení stavby povodní a z toho vyplývajícího znečištění. Pro stavební objekty ohrožené povodní musí být vypracován povodňový plán stavby, který splňuje náležitosti určené Vodním zákonem a TNV 75 2931. Popis geologických a hydrogeologických poměrů pro jednotlivé stavební objekty je převzat z pasportů provedených podrobných průzkumů.

7 Zájmové území – výsledky práce/studie

Silnice I/21 je důležitou spojnicí mez dálnicí D5 (exit 128) a dálnicí D6 (exit 162). V souvislosti se schváleným rozvojem silniční sítě ČR je předmětem stavby „Přeložka silnice I/21 Trstěnice – Drmoul“ navazující na obchvat Velká Hleďsebe. Trasa silnice I/21 navazuje na dálnici D5 (MÚK Bor) a spojuje Planou, Mariánské Lázně, Cheb a hraniční přechody se Spolkovou republikou Německo – Pomezí (dálnice D6), Aš (silnice I/64) a Vojtanov (silnice I/21). Stávající komunikace I/21 má nevyhovující směrové i výškové uspořádání. Dále je trasa v kolizi s urbanistickými vztahy v území. Prochází obcemi Drmoul a Trstěnice a řadí se mezi nejvíce nehodová místa. Výstavbou přeložky silnice I/21 dojde k odklonu tranzitní dopravy mimo průjezdní úsek a stávající komunikace bude využita pro obsluhu území a místní dopravu. Sníží se riziko střetu s chodci a cyklisty a tím se zvýší bezpečnost dopravy pro všechny účastníky a sníží se míra hlukového zatížení v průjezdním úseku. Přeložka silnice I/21 je navržena v kategorii S/11,5/80. Délka trasy činí 5,012 km. Přeložka silnice I/21 je zakotvena v Zásadách územního rozvoje Karlovarského kraje jako veřejně prospěšná stavba, pro přeložku je vymezen koridor označený D11. Pro stavbu této komunikace

bylo v roce 2008 vydáno pravomocné územní rozhodnutí. Přeložka silnice I/21 je v souladu s kategorizací dálnic a silnic I. třídy do roku 2040.

7.1 Historie přípravy

Rozvojem regionu i uvedením dálnice D5 do provozu v úseku Plzeň – Rozvadov došlo k výraznému nárůstu nákladní dopravy, především v úseku mezi Planou a Velkou Hleděbí. Původně byla vypracována Studie Přeložky I/21 na záměr úseku Planá u Mariánských Lázní – Velká Hleděbe v roce 2000 a dále Dokumentace EIA – Přeložka silnice I/21 Planá u Mariánských Lázní – Velká Hleděbe v roce 2000. Souhlasné stanovisko o hodnocení vlivů podle § 11 zákona ČNR č. 244/1992 Sb., ve znění zákona č. 132/2000 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí bylo vydáno v Praze dne 10. dubna 2003 Ministerstvem životního prostředí (č. j. MM700/843/1590/OIP/03). Záměr „Přeložka silnice I/21 Planá u Mariánských Lázní – Velká Hleděbe“ byl pro účely územního řízení rozdělen na dvě dílčí samostatné stavby „Přeložka silnice I/21 Planá – Trstěnice“ a „Přeložka silnice I/21 Trstěnice – Drmoul“. Stanovisko MŽP ukládalo provést detailní hydrogeologický průzkum v celém území dotčené trasy posuzované stavby, především v průchodu trasy pásmem PHO Pivovaru Chodovar včetně monitoringu podzemních vod, který měl ověřit možné ovlivnění režimu i čistoty povrchových a podzemních vod výstavbou a provozem navržené komunikace. Dále MŽP požadovalo systém odvodnění navrhnout tak, aby srážková voda z povrchu komunikace nemohla kontaminovat okolní systém povrchových a podzemních vod. Před zaústěním do Kosového potoka se mělo posoudit umístění sedimentační nádrže, rovněž tak u Senného potoka a přítoku do Zaječího potoku. Jako technické opatření se požadovalo na odtocích navrhnout norné stabilní stěny.

Na základě zpracované projektové dokumentace pro územní rozhodnutí z roku 2005 bylo pro stavbu „Přeložka silnice I/21 Trstěnice – Drmoul“ vydáno Stavebním úřadem Mariánské Lázně územní rozhodnutí dne 9. 10. 2008 pod č. j. STAV/08/4461/Bá, které nabylo právní moci dne 14. 11. 2008. Tato přeložka byla rozdělena do dvou etap projektových příprav. 1. etapa se zabývá přeložkou I/21 a druhá etapa se zabývá přeložkou II/230.

Vzhledem ke skutečnosti, že se lokalita nachází v ochranném pásmu II. Stupně II B přírodních léčivých zdrojů lázeňského místa Mariánské Lázně, vydalo Ministerstvo zdravotnictví České republiky, Český inspektorát lázní a zřidel (dále jen „ČIL“) dle

zákona č. 164/2001 Sb., o přírodních léčivých zdrojích, zdrojích přírodních minerálních vod, přírodních léčebných lázních a lázeňských místech dne 20. května 2013 souhlasné závazné stanovisko s vydáním stavebního povolení s podmínkami, že nesmí dojít při výstavbě a provozu ke kontaminaci povrchových a podzemních vod. V průběhu zemních prací a prací spojených se zakládáním objektu zajistit hydrogeologický dozor, který vypracuje po provedení prací zprávu o jejich průběhu a zprávu předložit ČIL nejpozději před zahájením kolaudačního řízení.

Projektová dokumentace pro DSP se postupně připravovala od roku 2009. Jako jeden z dotčených orgánů se k dokumentaci vyjadřoval Chodovar spol. s r.o. Ten souhlasil s dokumentací za podmínek provedení monitoringu v průběhu a po dokončení stavby v úseku jejího ochranného pásma 2. stupně po dobu 5 let. Dále požadoval zákaz používat chemický posyp na bázi chloridů při zimní údržbě vozovky a to z důvodu možné kontaminace podzemních vod rozstříkem od vozidel, čímž by docházelo ke zhoršení kvality vody. Konečná projektová dokumentace pro I. etapu pro stavební povolení byla zpracována v roce 2015 a na základě zpracované dokumentace pro DSP a předchozí dokumentace EIA včetně posudku bylo zpracováno v roce 2016 Oznámení záměru s náležitostmi dle přílohy č. 4 zákona č. 100/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů, na 1. etapu „Přeložka silnice I/21 Trstěnice – Drmoul“. Dle rozhodnutí Odboru Životního prostředí Karlovarského kraje pod č. j. 171/ZZ/17 ze dne 15. 2. 2017, které nabylo právní moci dne 18. 3. 2017, bylo rozhodnuto v závěru zjišťovacího řízení, že záměr „Přeložka silnice I/21 Trstěnice – Drmoul“ nemá významný vliv na životní prostředí. Stavební povolení bylo vydáno Stavebním úřadem Karlovarského kraje dne 8. 6. 2017 pod č. j. 819/SÚ/16, které nabylo právní moci dne 11. 7. 2017. Stavební povolení Vodohospodářská část, vydal Stavební úřad Mariánské Lázně pod č. j. OZP/17/2356/ZA dne 14. 6. 2017, které nabylo právní moci dne 3. 8. 2017.

Realizace stavby začala v březnu 2018. Ukončení realizace stavby se předpokládá v listopadu 2020.

7.2 Geomorfologické poměry

Z hlediska geomorfologického členění dle Balatka et al. (1987) spadá zájmové území do okrsku Drmoulská kotlina a Plánská pahorkatina, které vytváří podcelek Tachovská brázda, celek Podčeskoleská pahorkatina. Drmoulská kotlina je charakterizována jako plochá tektonická sníženina s rozsáhlými zbytky neogenního

zarovnaného povrchu a širokými mělkými údolními. Plánská pahorkatina má charakter ploché pahorkatiny s rozsáhlými zbytky třetihorních zarovnaných povrchů.

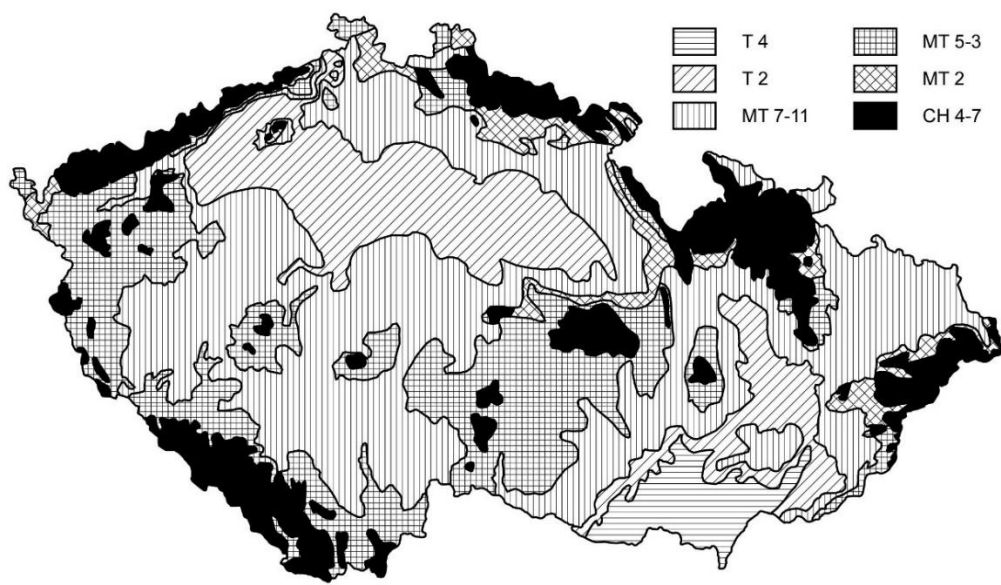
Povrch terénu v zájmovém území je tvořen na začátku trasy silnice I/21 v úseku km 7,060 před obcí Trstěnice u Zaječího potoka velmi plochým širokým rovinatým údolím v nadmořské výšce cca 537 – 545 m n. m. V dalším úseku km 8,810 dochází ke křížení trasy se Senným potokem. Až k prostoru za rozvodnou ČEZ v km cca 9,100 – 9,900 terén mírně stoupá na zarovnaný povrch. Úroveň terénu je v tomto úseku cca 555 – 560 m n. m. V km 9,900 – 10,200 trasa prochází skrz široké údolí, kde se v km 9,972 kříží s Drmoulským potokem a v km 10,119 s bezejmenným potokem. Nadmořská výška v těchto místech kolísá kolem cca 551 m n. m. Dále v úseku cca 10,300 – 11,300 trasa překonává táhlé návrší o nadmořské výšce cca 555 – 558 m n. m. V úseku km 10,606 dochází ke křížení trasy s přítokem do Sárského potoka. V km cca 11,400 – 11,600 je trasa vedena přes údolí Panského potoka, který bude veden v novém korytě v km 11,525. Od údolí Panského potoka trasa stoupá z úrovně cca 550 m n. m. na úroveň cca 563 m n. m. až na konec trasy v km 12,073 v blízkosti Majorovy vily před obcí Velká Hleďsebe (I/21 Trstěnice – Drmoul, DSP 1. etapa, 2015).

Povrch terénu na začátku trasy silnice II/230, která začíná na křižovatce silnic II/230 a II/2015 u obce Úšovice, je v km 0,000 až km 0,270 rovinatý a dosahuje nadmořské výšky cca 538 m n. m. Dále se terén prudce svažuje v km 0,270 a dále upadá do údolí Kosového potoka, ve kterém přetíná nejen samotný potok, ale i trať ČD. Nadmořská výška se v údolí pohybuje kolem 531 m n. m. Od km cca 0,570 povrch terénu postupně plynule stoupá až do km 1,600 na úroveň cca 556 m n. m. Zbytek trasy až k MÚK Drmoul prochází přes rovinatý terén a úroveň nadmořské výšky kolísá kolem 553 – 555 m n. m. (I/21 Trstěnice – Drmoul, DSP 1. etapa, 2015).

7.3 Klimatické podmínky

K vymezení klimatických oblastí je používáno mnoho klimatických klasifikací. V podmínkách ČR je nejčastěji používaná klasifikace dle českého klimatologa Quitta, která vznikala přímo pro území našeho státu a rozdělila toto území třemi hlavními jednotkami s 13 podjednotkami (Květoň et Voženílek, 2011).

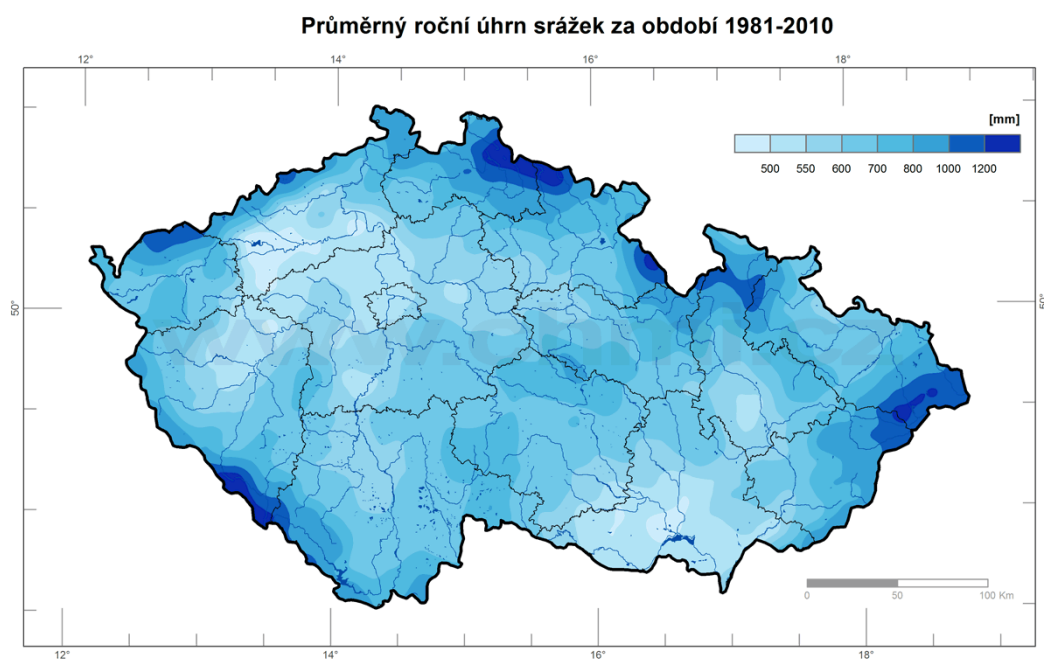
Obrázek 6: Klimatické poměry České republiky



Zdroj: Geografický ústav MU Brno – Fyzická geografie ČR (online) [cit. 2020.04.20], dostupné z <http://www.herber.kvalitne.cz/FG_CR/klima.html>.

Na určení jednotlivých klimatických jednotek a podjednotek (Obrázek 6) má nemalý vliv i průměrný roční úhrn srážek (Obrázek 7).

Obrázek 7: Srážkové poměry České republiky



Zdroj: Český hydrometeorologický ústav (online) [cit. 2020.04.20], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mapy-charakteristik-klimatu#>>.

Zájmové území podle Tolasze et al. (2007) spadá do klimatické oblasti mírně teplé, mírně vlhké, vrchovinné (okrsek B5). Klimatické poměry dokumentují údaje ze srážkoměrné stanice Mariánské Lázně (696 m n. m.). Průměrný roční úhrn srážek činí 600–700 mm a průměrné roční teploty vzduchu se pohybují mezi 6,0 až 7,0 °C. Jedná se většinou o statistické údaje z období 1961-1990.

Základní klimatické charakteristiky jsou uvedeny níže.

Průměrný počet mrazových dnů v roce: 120 – 140

Průměrný počet ledových dnů v roce: 40 – 50

Průměrné datum prvního mrazového dne: 10. 10. – 20. 10.

Průměrné datum posledního mrazového dne: 30. 04. – 10. 05.

Průměrný počet dnů se sněhovou pokrývkou: 60 – 80

Průměrné maximum sněhové pokrývky: 30 – 50 cm

Průměrné datum prvního dne se sněhovou pokrývkou: 10. 11. – 20. 11.

Průměrné datum posledního dne se sněhovou pokrývkou: 10. 4. – 20. 4.

Průměrný počet dnů s mlhou v roce: 90 – 120

7.4 Hydrologické poměry a ochranná pásma

Z hydrologického hlediska náleží trasa do povodí Mže po soutoku s Radbuzou. Plánovaná trasa prochází od jihu do staničení km 9,300 povodím Senného potoka s číslem hydrologického pořadí 1-10-01-064. Následující úsek trasy od km 9,300 do km 10,300 je veden povodím Drmoulského potoka s číslem hydrologického pořadí 1-10-01-062. Od staničení 10,300 km a dále do staničení 11,150 km prochází plánovaná trasa povodím Kosového potoka s číslem hydrologického pořadí 1-10-01-063. Zbývající část trasy od km 11,150 až do konce vede povodím Panského potoka s číslem hydrologického pořadí 1-10-01-058. Podle mapových podkladů činí specifický odtok z daného území cca 2,0 – 3,0 l.s-1. km².

Zájmové území leží v ochranném pásmu stupně IIB přírodních léčivých zdrojů lázeňského místa Mariánské Lázně. Projektovaná trasa také z části protíná ochranné pásmo II stupně (PHO) vodního zdroje pivovaru Chodovar v Chodové Plané v km 7,269 – 9,260. Ochranné pásmo I. stupně zdroje pivovaru Chodovar je ve vzdálenosti 1000 m od okraje osy projektované silnice ve staničení 7,060 km.

7.5 Geologické vlastnosti

Předkvartérní podklad

Z regionálně geologického hlediska se nachází plánované úseky silnic I/21 a II/230 v severní části borského granitového masívu karbonského stáří (paleozoikum – prvohory), okrajově do zájmového území zasahuje také prostředí metamorfítů mariánskolázeňského metabazitového komplexu a středočeská oblast krystalinika. Granitoidy borského masívu jsou tvořeny z větší části biotitickou středně zrnitou porfyrickou žulou s výskytem vyrostlic živců. Horniny metabazitového komplexu jsou zastoupeny amfibolity a krystalinikum je reprezentováno rulami. Horninové prostředí je při svém povrchu zvětralé, případně až rozložené (Nosek, 1978).

Kvartérní pokryv

Nadloží granitické horniny je budováno kvartérním pokryvem, jehož mocnost v celé délce trasy kolísá mezi 1 – 2 m. Vyšší mocnosti kvartérního pokryvu se vyskytují ve splachových depresích a údolních nivách, kde mocnosti dosahují lokálně až 6 m. Kvartérní pokryv je v zájmovém území zastoupen navážkami, deluviálními sedimenty a fluviálními sedimenty (Nosek, 1978).

Navážky se v zájmové oblasti vyskytují jen ojediněle. Největší akumulace navážek představuje stávající násyp železničního tělesa trati Plzeň – Cheb, který se kříží se silnicí II/230 v údolí Kosového potoka v km 0,514 (INGEP spol. s r.o., 2007).

Deluviální sedimenty jsou zastoupeny v celé délce trasy silnic a jejich mocnost se pohybuje kolem 1 m. Tyto sedimenty jsou tvořeny deluviálními jíly a hlínami s příměsí písčité frakce. Dále jsou ojediněle zastoupeny i hlinité písky. Fluviální sedimenty se nacházejí především ve splachových údolích, drobných vodotečích a údolních nivách a jsou zastoupeny štěrky a hlinitými štěrky. Mocnost fluviálních sedimentů je proměnlivá a generelně se pohybuje mezi 2 – 3 m, nejvyšších mocností až 4 – 5 m dosahují v údolí Kosového potoka (Nosek, 1978).

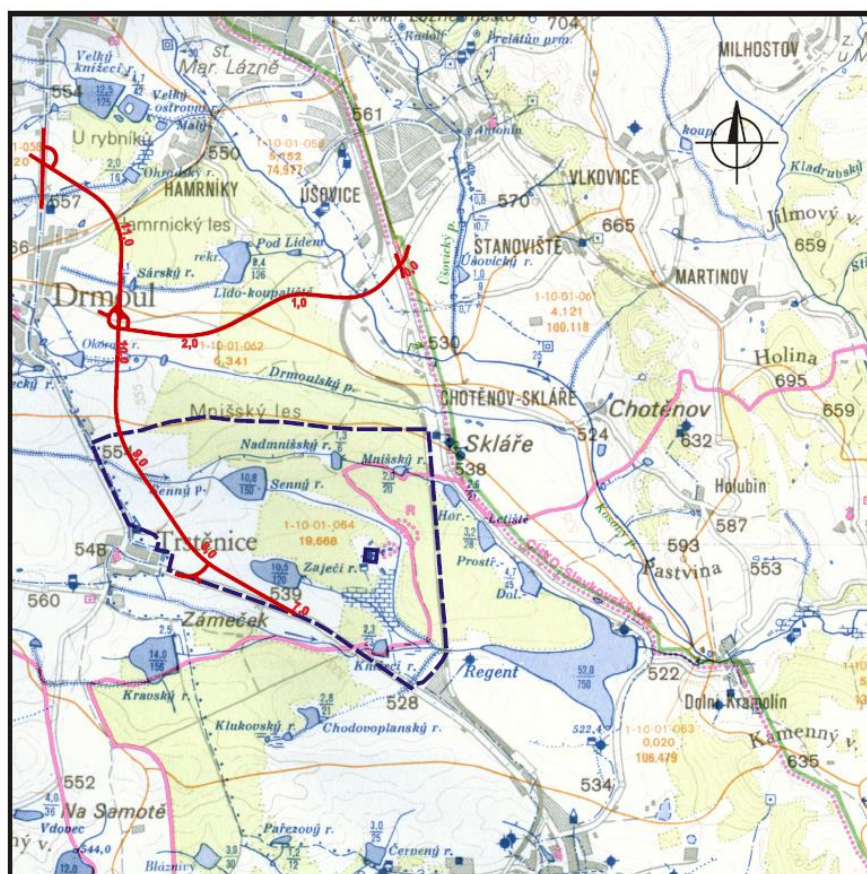
7.6 Hydrogeologické vlastnosti

Zájmové území je součástí hydrogeologického rajonu č. 6212 Krystalinikum v povodí Mže po Stříbro a Radbuzy po Staňkov. Z hydrogeologického hlediska představují horniny krystalinika hydrogeologický masiv. Hydrogeologický masiv tvoří jednokolektorový zvodnělý systém, kde mělký oběh podzemních vod je soustředěn na zeminy kvartérní pokryvu a zónu přípovrchového rozvolnění hornin. V zájmovém území se nachází nehomogenní mělká zvodeň s rychlým oběhem





podzemní vody, s volnou hladinou a slabě průlinovou propustností, která hlouběji přechází do propustnosti puklinové. Mocnost mělké zvodně se pohybuje v řádech od několika metrů až do několika desítek metrů. Tato zvodně je dotována infiltrací ze srážek a drénována koryty povrchových vodotečí. V místech, kde terciární sedimenty překrývají horniny hydrogeologického masivu, dochází ke vzniku zvodně s napjatou hladinou. Hlubší oběh podzemní vody je soustředěn výhradně na rozsáhlejší tektonické poruchy a puklinové systémy (Prchalová et al., 2005).

Zájmové území díky své tektonické predispozici podmiňuje vznik mariánskolázeňské zřidelní struktury a umožňuje výstup juvenilního CO₂ a vzniku studených kyselk (Kolářová et Myslíl, 1979).

Obrázek 8: Ochranná pásma zdrojů vody



Vysvětlivky:

-  osa projektované přeložky silnice I/21
-  PHO 1. stupně zdroje vody Chodovar
-  PHO 2. stupně zdroje vody Chodovar
-  ochranné pásmo přírodních léčivých zdrojů

Zdroj: INGEP spol. s r. o. (2007)

7.7 Zdroj pivovaru Chodovar

Zdroj vody pro rodinný pivovar Chodovar v Chodové Plané se nachází cca 2 km východně od Trstěnic. Stavba stojí na pozemku st. p. 146 na okraji lesa ve vzdálenosti cca 1000 m východním až jihovýchodním směrem od osy projektované silnice.

Zdroj vody pro pivovar byl vybudován kolem roku 1939 a na zachování kvality vody i vydatnosti zdroje je pivovar podnikatelsky závislý. Zdroj má platné povolení k jímání podzemní vody, vydatnost zdroje je cca 10 l/s. V současné době je podle informace vlastníka pivovaru odběr vody cca 100 000 m³/rok (tj. průměrně 3,2 l/s) a maximální povolený odběr je 6 l/s. V blízkosti zdroje bylo stanoveno ochranné pásmo hygienické ochrany (PHO) I. a II. stupně dne 11. 11. 1996 rozhodnutím Okresního úřadu Cheb č. j.: ŽP/3651/96. Ochranné pásmo I. stupně je oploceno. Zdroj je tvořen zděnou stavbou čerpací stanice a podzemním vodojemem. Vodojem dosahuje hloubky cca 2 m a dno se nachází cca 1 m pod úrovní terénu. Do vodojemu přitéká podzemní voda ze tří jímacích objektů dosahujících maximální hloubky 9 m. Zdroj využívá zvodeň s napjatou hladinou vázanou na terciérní sedimenty, s výtlačnou úrovní nade dnem vodojemu. Hladina podzemní vody je v jímacích objektech neměřitelná. Podzemní voda volně vytéká z vrtů do jímky vodojemu. Současná výška hladiny vody v jímce vodojemu je 0,85 m ode dna jímky. Dle informací vlastníka došlo za poslední dva roky k postupnému snížení hladiny v jímce vodojemu z původní výšky 1,0 m na současnou výšku 0,85 m při ustálené hladině bez odběru (Chodovar, spol. s r.o., 2019).

7.8 Předběžný hydrogeologický průzkum jako podklad pro dokumentaci územního řízení

Dle předběžného hydrogeologického průzkumu byly stanoveny z hydrodynamických zkoušek hydraulické parametry horninového prostředí. Zastižené horninové prostředí jako celek, bez rozlišení stratigrafické příslušnosti, se hodnotilo jako slabě propustné, třída VI dle klasifikace Jetela (1982). Lokálně se projeví polohy s vyšší propustností, případně i se statickými zásobami.

V rámci průzkumných prací bylo odebráno 10 vzorků podzemní vody k základnímu chemickému rozboru. Šest vzorků z hydrogeologických vrtů a 4 vzorky ze zdrojů vody individuálního zásobování. Dle vyhodnocení chemismus podzemní vody odpovídal běžnému chemickému rozboru mělké zvodně v širším okolí zájmového území. Podzemní voda zastižená průzkumnými pracemi je prostá, slabě

kyselá až neutrální. U dvou vzorků z vrtů byla zastižena voda chemického typu. Projevilo se zde antropogenní znečištění, pravděpodobně především vliv zemědělské činnosti (hnojení). U většiny vzorků byly zjištěny zvýšené obsahy železa nebo manganu, které se do podzemní vody uvolňují při zvětrávacích procesech ze žul i pararul. Podzemní voda je bez zvýšeného obsahu CO₂. V dosahu průzkumných prací nebyly zastiženy žádné přímé projevy existence struktury minerálních vod. Jako nevyhovující z hlediska kvality vody dle vyhlášky č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, nevyhovují u zdrojů využívaných jako jediné zdroje vody ze sledovaných chemických a fyzikálních ukazatelů dva zdroje, a to z důvodu nízké mineralizace a vysokého obsahu železa (INGEP spol. s r.o., 2005).

Z celkové délky stavby 5,02 km bude v pěti místech o celkové délce 2,73 km komunikace probíhat v zářezu oproti stávajícímu terénu. Zemní práce v těchto úsecích budou vedeny v zářezu až 8,5 m hlubokém a tím budou zasahovat 1 až 1,5 m pod úroveň ustálené hladiny podzemní vody. V těchto kritických místech je třeba vytvořit odvodňovací prvek, který sníží hladinu podzemní vody a zajistí plynulý odtok podzemní vody i v zimním období (INGEP spol. s r.o., 2005).

Většina zdokumentovaných zdrojů podzemní vody individuálního zásobování v blízkosti budované silnice nemá být dle předběžného průzkumu negativně ovlivněna co do vydatnosti a ani kvality. U třech zdrojů to však nelze jednoznačně vyloučit. U těchto zdrojů je navržen monitoring podzemních vod za účelem sledování hladiny podzemní vody a možných změn vybraných ukazatelů chemizmu. Naměřené hodnoty budou porovnávány s hodnotami z jiného zdroje (jiná nevyužívaná studna). Monitoring bude probíhat 1 rok před zahájením výstavby a ukončen bude nejdříve 1 rok po realizaci zemních prací. Pro účely monitoringu bude zřízen monitorovací vrt v blízkosti těchto zdrojů. Sledování bude probíhat v intervalu 1x za dva měsíce (INGEP spol. s r.o., 2005).

U projektované přeložky silnice se předpokládá odvádění srážkových (odpadních) vod z povrchu komunikace otevřenými silničními příkopy. Odpadní vody představují splachy ze zpevněného povrchu komunikace ovlivněné provozem a její údržbou. Obsahují především nerozpuštěné látky, tvořené prachem ze silnice, sazemi z výfukových plynů, otěry pneumatik, úlomky ochranných nátěrů apod., ropné látky tvořené úkapy pohonných hmot a olejů z provozu motorových vozidel a v zimním období chloridy, případně sodík a zinek z chemického posypu při údržbě komunikace.

Pro omezení možného negativního vlivu na zdroj vody pivovaru Chodovar budou srážkové vody z komunikace v PHO II. stupně odvedeny mimo povodí toku Senného potoka a v souvislosti se zimní údržbou bylo doporučeno neprovádět chemickou údržbu v tomto pásmu. Vliv stavby na kvalitu povrchových vod bude zahájen v rámci další etapy průzkumných prací. Monitoring kvality povrchových vod bude prováděn odběrem vzorků vod. Vzorky budou odebírány ze Senného potoka, pod stávající silnicí I/21 a z dalších vodotečí v místech, kde bude projektováno vypouštění odpadních vod jako bodové, v intervalu 6 měsíců, nejlépe v březnu a září. Ve vzorcích vody se doporučilo sledovat následující ukazatele – NEL, NL, chloridy, vodivost a pH. Po dokončení stavby bude monitoring pravděpodobně pokračovat v souladu s požadavky vodoprávního úřadu (INGEP spol. s r.o., 2005).

Výše uvedené skutečnosti byly zapracovány do projektové dokumentace pro územní řízení.

7.9 Podrobný hydrogeologický průzkum jako součást projektové dokumentace pro vydání stavebního povolení

Průzkumné hydrogeologické práce obsažené v této části práce vycházejí z předběžného hydrogeologického průzkumu a z jeho závěrů a doporučení.

Trasa komunikace leží v ochranném dílčím pásmu stupně II B přírodních léčivých zdrojů Mariánské Lázně. Zastižené podzemní vody nejsou v přímé vazbě na systémy zřidelní struktury přírodních léčivých zdrojů. Zvýšený obsah volného CO₂ ani zvýšená mineralizace nebyla v podzemní vodě zjištěna. Poloha v ochranném pásmu nevyžaduje pro projektovanou stavbu přijetí žádných speciálních opatření (Vyhláška č. 174/2011 Sb.).

Propustnost horninového prostředí zastiženého průzkumnými pracemi se liší v závislosti na geologické stavbě. Nejnižší propustnost vykazují zcela až silně zvětralé pararuly dle klasifikace Jetela (1982). Mírně vyšší propustnost vykazují zcela a silně zvětralé žuly a amfibolity. Propustnost zastižených terciérních sedimentů je velmi proměnlivá, v závislosti na litologickém složení. Vyšší propustnost vykazují kvartérní fluvialní sedimenty, které lze hodnotit jako mírně propustné.

V rámci průzkumných prací byly odebrány vzorky z průzkumných vrtů, ze zdrojů vody individuálního zásobování a z povrchových vodotečí protínající trasu komunikace k základnímu chemickému rozboru. U vzorků z povrchových vodotečí a zdroje pivovaru byla provedena také kvalitativní analýza v rozsahu NEL (nepolární

extrahovatelné látky), Pb a Cd. Dle vyhodnocení chemismus podzemní vody odpovídal běžnému chemismu mělké zvodně v širším okolí zájmového území. Podzemní voda zastižená průzkumnými pracemi byla prostá, slabě kyselá až neutrální. Ve vzorcích vody z hydrogeologických vrtů byly zjištěny zvýšené obsahy dusičnanů jako důsledek zemědělského využití krajiny. Chemismus povrchových vod je blízký chemismu vod podzemních. U kationtů je v porovnání s podzemními vodami vyšší zastoupení hořčíku. U aniontů se zvyšuje zastoupení chloridů. Povrchové vody jsou neutrální, jednotného Ca (Mg) – HCO₃ (SO₄) chemického typu s nižší mineralizací. Podzemní voda je bez zvýšeného obsahu CO₂. V dosahu průzkumných prací nebyly zastiženy žádné přímé projevy existence struktury minerálních vod (INGEP spol. s r.o., 2007).

V trase projektované komunikace je vyvinuta mělká zvodně v převaze se slabou až dosti slabou průlinovou-puklinovou propustností a volnou hladinou. Zvodnění je vázáno na kvartérní sedimenty a eluvium žul, podružně rul nebo amfibolitů. Přibližně mezi 10,2 km a 11,2 km silnice I/21 budou zemními pracemi zasaženy v podloží kvartéru terciérní sedimenty, převážně v jílovitém vývoji. Hladina podzemní vody je ve vyvýšených místech zakleslá do hloubky více než 3 m pod terén, v údolích vodotečí je v blízkosti terénu (INGEP spol. s r.o., 2007).

Přeložka silnice I/21 prochází mezi 7 km a 9,26 km ochranným pásmem zdroje vody pivovaru Chodovar v Chodové Plané (PHO II. stupně). Zdroj vody se nachází přibližně 1600 m východně a 800 m severně od projektované trasy (*Obrázek 8*). Niveleta komunikace je projektována v části trasy v ochranném pásmu převážně nad úrovní terénu a zemní práce nebudou zasahovat pod úroveň hladiny podzemní vody. V úseku ochranného pásma zdroje vody nebude hladina podzemní vody zastižena ani v místech, kde je komunikace vedena v zářezu. Pod hladinu podzemní vody zasáhnou zemní práce až ve vzdálenosti 200 m od hranice ochranného pásma. Pouze v území, kde trasa překračuje údolí vodoteče a hladina podzemní vody je na úrovni vody ve vodoteči lze předjímat, že základové konstrukce mostních objektů nebo propustků budou zasahovat pod úroveň hladiny podzemní vody.

V úsecích kde je komunikace projektována v zářezích a je mimo ochranné pásmo zdroje, budou zemní práce z části zasahovat pod hladinu podzemní vody. Vyvolané snížení hladiny nepřesáhne 3 m, převážně bude nižší než 2 m. Vyvolaná deprese nepřesáhne 20 m.

Na základě znalostí o hydrogeologických i hydrologických poměrech v zájmovém území lze s vysokou pravděpodobností předpokládat, že vodní zdroj pivovaru nebude záporně ovlivněn z hlediska kvality ani vydatnosti. Zdroj pivovaru využívá zvedeň s napjatou hladinou vázanou na terciérní sedimenty, které nebudou dotčeny zemními pracemi (INGEP spol. s r.o., 2007).

Přijetím technických opatření na úseku mezi 7 km a 9,26 km se sníží rizika možného znečištění povrchových nebo podzemních vod spojená s posunutím trasy komunikace cca o 250 m blíž ke zdroji. V tomto úseku bude vybudována kanalizace s uličními vpustěmi, která bude svádět srážkové vody z plochy komunikace. Srážkové vody nebudou vypouštěny do Senného potoka v prostoru ochranného pásma, ale až do koryta Knížecího potoka, mimo ochranné pásmo. Současně bude v blízkosti přechodů trasy přes vodoteče komunikace opatřena oboustrannými svodidly. U mostu přes Senný potok na 8,180 km, jsou svodidla projektována v délce 260 m a u propustku přes bezejmennou vodoteč na 8,180 km, přítok Zaječího rybníka, v délce 302 m. Kanalizace a svodidla významně zamezí úniku škodlivých látek mimo těleso komunikace při případné havárii vozidel. V současné době je komunikace odvodněna otevřenými, hlavně nezpevněnými příkopy, z části trasy jsou srážkové vody sváděny do Senného potoka.

Skutečný vliv stavby na zdroj vody pivovaru a podzemní i povrchové vody v jeho okolí bude dokumentován v rámci projektovaného monitoringu. Dále se doporučuje zajistit v souvislosti s posouzením možného vlivu stavby na zdroj vody hydrogeologický dozor, který bude dokumentovat hydrogeologické poměry na staveništi, především případné zastižení hladiny podzemní vody a velikost přítoků podzemní vody do zářezů. Dále bude probíhat monitoring vlivu stavby na podzemní i povrchové vody v bezprostřední blízkosti trasy, včetně zdrojů individuálního zásobování. Ovlivnění zdrojů vydatnosti zdrojů individuálního zásobování projektovanými pracemi není předpokládán, nemůže se ovšem vyloučit možný negativní vliv provozu na komunikaci na kvalitu vody ve zdrojích vody v obci Drmoul. V jejich blízkosti se doporučuje realizovat zpevněné příkopy a zvážit možnost vybudování vodovodní přípojky. Skutečný vliv stavby na zdroje vody individuálního zásobování bude vyhodnocen až na základě výsledku projektovaného monitoringu. (INGEP spol. s r.o., 2007).

7.10 Hydrogeologický monitoring

Hydrogeologický monitoring stavby silnice I/21 v úseku Trstěnice – Drmoul a přeložky silnice II/230 v úseku Drmoul – Mariánské Lázně byl vypracován podle projektu hydrogeologického monitoringu pro stavbu I/21 Trstěnice – Drmoul, který vycházel z doporučení geotechnických průzkumů a z podmínek územního rozhodnutí a stanoviska EIA. Cílem hydrogeologického monitoringu podzemních a povrchových vod v blízkosti projektované silnice I/21 a přeložky silnice II/230 spočívá ve zjištění vlivu projektované stavby na vodní zdroj pro pivovar Chodovar v Chodové Plané a vlivu stavby na podzemní a povrchové vody v bezprostřední blízkosti trasy, včetně zdrojů individuálního zásobování.

Hydrogeologický monitoring zahrnoval studium dostupných archivních podkladů, dokumentace úrovně hladin podzemních vod v archivních hydrogeologických vrtech a domovních studnách a dalších vybraných dokumentačních bodech. V rámci hydrogeologického monitoringu bylo zdokumentováno 32 zdrojů podzemních vod v okolí plánované trasy a odebráno 6 vzorků podzemní vody a 6 vzorků z povrchových vodotečí protínajících trasu projektované silnice za účelem provedení laboratorního chemického rozboru. Jedná se především o domovní studny, které jsou ve většině případů využívány pouze jako zdroj užitkové vody k zalévání zahrad, výjimečně je voda ze studní používána i v domácnosti. Část studní není v současné době využívána vůbec, ale studny byly do evidence rovněž zařazeny jako zdroje informací o stavu podzemní vody. Rovněž byl dokumentován stav hladiny podzemní vody v 16 hydrogeologických vrtech, které se nacházejí v blízkosti projektované trasy a zdroje pivovaru Chodovar. Ve všech obcích kolem trasy je zavedený vodovod a studny individuálního zásobování nejsou jediným dosažitelným zdrojem pitné vody. Vzorky vod byly odebrány bodově za statických podmínek pomocí odměrného válce se spodním nátokem do vzorkovnic a následně byly přepraveny do akreditované laboratoře. Výsledky hydrochemického monitoringu byly porovnány s limity pro povrchové vody a podzemní vody dle příslušných vyhlášek. Industriální znečištění bylo srovnáno s limity indikátoru znečištění dle platného metodického pokynu MŽP. Během odběrů byly sledovány hodnoty elektrické konduktivity, teploty a pH (GeoTec – GS, a.s., 2016 - 2019).

Pro vyhodnocení monitoringu režimu podzemních vod byla vyžádána data ČHMÚ o měsíčních průměrných teplotách [°C] a měsíčním úhrnu srážek [mm]. Veškeré získané poznatky byly zpracovány, vyhodnoceny a shrnuty formou závěrečné

zprávy. Pro vyhodnocení byly také využity informace o současné vydatnosti zdroje a laboratorní rozbor vody pivovaru Chodovar v Chodové Plané, které byly poskytnuty pivovarem. Monitorovat se začalo v prosinci 2016, tj. minimálně jeden rok před zahájení výstavby úseku I/21 Trstěnice – Drmoul. Realizace stavby začala v březnu 2018 (GeoTec – GS, a.s., 2016 - 2019).

V letech 2016–2019 v rámci hydrogeologického monitoringu za účelem provedení laboratorního chemického rozboru vod bylo ročně odebráno celkem 12 vzorků, z toho 4 vzorky z hydrogeologických vrtů, 2 vzorky z veřejných studní a 6 vzorků z povrchových vodotečí protínajících trasu projektované silnice. Odebírání vzorků v období 2016 – 2018 bylo provedeno Ing. Wojnarovou z firmy GeoTec – GS, a.s. Odebírání vzorků z období 2019 bylo provedeno autorkou ve spolupráci s Ing. Wojnarovou z firmy GeoTec – GS, a.s. Vzorky byly odebírány bodově za statických podmínek pomocí odměrného válce se spodním nátokem do vzorkovnic a následně byly přepraveny do akreditované laboratoře (*Obrázek 9*). Souběžně s odebíráním vzorků probíhalo i měření pH, vodivosti a teploty za využití měřicího přístroje HANNA instruments HI-98130 (*Obrázek 10*). Výsledky hydrochemického monitoringu byly porovnány s limity pro povrchové a podzemní vody dle příslušných vyhlášek. V odebraných vzorcích ve většině případů byla překročena limitní hodnota manganu a železa, což je ovlivněno biochemickým složením hornin. V povrchových vodách byly zjištěny zvýšené koncentrace u ukazatelů BSK-5, TOC, CHSK-Cr, CHSK-Mn. Tyto ukazatele vyjadřují míru kvantitativního a kvalitativního znečištění vod organickými látkami. Mezi přirozené zdroje organických látek ve vodě patří zejména rozkladné procesy organické hmoty, mezi antropogenní zdroje TOC řadíme pak veškeré úniky organických látek do odpadních vod z domácností, statků a nejrůznějších průmyslových provozů. Ve vzorcích odebraných vod nebyla detekována industriální kontaminace nepolárními extrahovatelnými látkami překračující indikační hodnoty. Industriální znečištění bylo srovnáno s limity indikátoru znečištění (GeoTec – GS, a.s., 2016 – 2019; MP MŽP, 2013).

V *Tabulkách 3 a 4* jsou zaznamenány výsledky hydrochemického rozboru vzorků vybraných zdrojů podzemní a povrchové vody a to v letech 2016 (rok před zahájením stavby) a 2019 (ve stavu stavby před dokončením). Ve většině vzorků byly překročeny limitní hodnoty pro železo a mangan, v povrchových vodách byly také navíc zjištěny zvýšené koncentrace u ukazatelů BSK-5 a CHSK-Cr. Ve vzorcích odebraných vod

nebyla detekována industriální kontaminace překračující indikační hodnoty (GeoTec – GS, a.s., 2016 – 2019; MP MŽP, 2013).

Obrázek 9: Vzorkovnice před odvozem do laboratoře



Zdroj: vlastní

Obrázek 10: Měření vodivosti, pH a teploty vzorku vody v terénu



Zdroj: vlastní

Tabulka 3: Chemické parametry vzorků podzemních vod (nadlimitní hodnoty jsou barevně zvýrazněny)

Označení vzorku		Pitná voda 252/2004 Sb.		HPV4		HPV5		HPV8		Dr26	
		MH	NHM	VIII.16	V.19	VIII.16	V.19	VIII.16	V.19	VIII.16	V.19
pH		6,5 - 9,5		7,70	7,30	6,50	7,30	6,40	6,60	7,40	7,20
el.vodivost	mS/m	125		21,40	19,40	31,10	10,30	14,80	14,60	58,80	60,00
barva	mgPt/l	20		1,70	<0,5	118,00	8,10	1,20	0,52	4,80	1,50
zákal	ZF	5		<0,5	<0,5	25,80	1,70	<0,5	<0,5	0,89	<0,5
KNK 4,5	mmol/l			2,10	1,70	1,40	0,90	1,20	1,10	3,40	1,60
ZNK 8,3	mmol/l			0,40	0,10	0,50	0,10	0,60	0,20	0,60	3,00
CO2 volný	mg/l			17,60	4,40	22,00	4,40	26,40	8,80	26,40	0,20
amonné ionty	mg/l	0,5		0,51	<0,03	0,14	0,35	<0,03	0,09	0,07	8,80
dusitany	mg/l		0,5	0,32	0,10	<0,1	0,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03
dusičnany	mg/l		50	6,30	10,30	22,60	1,20	0,23	0,63	19,40	22,00
chloridy	mg/l	100		4,20	3,00	7,20	8,30	1,40	12,20	35,80	45,10
sířany	mg/l	250		4,90	4,50	43,30	1,30	4,00	2,30	51,30	60,60
hydrogen-uhličitany	mg/l			128,00	104,00	85,40	54,90	73,20	67,10	207,00	183,00
fluoridy	mg/l		1,5	0,19	0,21	0,20	0,09	0,05	0,06	0,19	0,17
sodík	mg/l	200		7,00	6,70	8,80	6,10	8,50	8,60	29,80	35,30
draslík	mg/l			2,40	1,40	11,40	1,60	1,50	0,50	25,70	26,40
vápník	mg/l	30		13,30	17,10	41,70	6,00	18,00	14,60	45,00	49,60
hořčík	mg/l	10		7,70	7,90	8,50	3,60	3,40	3,30	7,40	8,30
železo	mg/l	0,2		0,20	0,27	0,78	8,00	0,05	0,70	0,11	1,20
mangan	mg/l	0,05		0,24	0,07	0,58	0,36	<0,02	0,06	<0,02	0,03
celková mineralizace	mg/l			174,00	155,00	229,00	83,00	120,00	109,00	422,00	430,00
CHSK - Mn	mg/l	3		0,48	0,32	11,00	0,32	0,64	0,32	0,80	0,80
C10-C40	mg/l		0,5	<0,05	<0,05	0,11	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
TOC	mg/l	5		1,50	0,80	14,00	0,85	1,60	0,93	4,50	2,80

Zdroj: GeoTec – GS, a.s. (2016–2019), úprava vlastní

Tabulka 4: Chemické parametry vzorků povrchových vod (nadlimitní hodnoty jsou barevně zvýrazněny)

Označení vzorku	Pitná voda 252/2004 Sb.		Povrchová voda 401/201 5 Sb.	Senný potok		Drmolský potok		Kosový potok		Trstěnický potok	
	MH	NHM		VIII.16	V.19	IX.16	V.19	IX.16	V.19	VIII.16	V.19
pH		6,5 - 9,5	5,0 - 9,0	7,90	7,20	7,20	7,20	6,90	7,50	7,50	6,70
el.vodivost	mS/m	125		22,10	19,40	37,80	24,20	27,30	25,40	19,30	43,20
barva	mgPt/l	20		27,30	18,0	34,50	42,50	16,20	21,90	13,20	46,00
zákal	ZF	5		5,00	2,10	5,30	8,40	1,60	2,50	1,80	6,60
KNK 4,5	mmol/l			1,70	1,00	1,80	1,30	1,70	1,50	1,50	4,10
ZNK 8,3	mmol/l			0,20	0,10	0,20	0,10	0,20	0,10	0,20	0,45
CO2 volný	mg/l			8,80	4,40	8,80	4,40	6,60	4,40	8,80	19,80
amonné ionty	mg/l	0,5		<0,03	<0,03	0,04	0,64	0,20	<0,03	0,19	4,70
dusitany	mg/l		0,5	<0,1	<0,1	0,31	0,13	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
dusičnany	mg/l		50	4,90	12,90	5,50	0,95	4,40	4,40	0,52	<0,1
chloridy	mg/l	100		9,50	10,90	35,10	19,80	18,90	21,00	10,60	12,40
sírany	mg/l	250	200	10,70	15,20	18,10	25,40	15,00	20,90	10,60	2,30
hydrogen-uhličitaný	mg/l			104,00	61,00	110,00	79,30	104,00	91,50	91,50	250,00
fluoridy	mg/l		1,5	0,14	0,09	0,10	0,09	0,13	0,13	0,12	0,21
sodík	mg/l	200		11,30	11,00	30,30	15,50	14,50	17,10	9,80	10,30
draslík	mg/l			2,30	2,50	13,10	4,20	4,10	2,70	5,80	1,50
vápník	mg/l	30	190	37,80	14,20	31,30	18,90	25,00	21,30	26,10	41,50
hořčík	mg/l	10	120	11,20	8,00	9,50	6,70	7,00	7,80	7,80	17,90
železo	mg/l	0,2		0,84	6,60	1,30	1,50	0,45	1,00	0,22	18,50
mangan	mg/l	0,05		0,33	0,17	0,40	0,48	0,05	0,28	0,13	2,10
celková mineralizace	mg/l			191,00	136,00	253,00	171,00	193,00	187,00	163,00	336,00
CHSK - Mn	mg/l	3		5,30	4,20	11,40	9,00	4,00	4,50	7,50	9,00
CHSK - Cr	mg/l		26	28,80	23,40	76,80	43,10	4,80	16,20	41,60	70,10
BSK-5	mg/l		3,8	8,40	7,60	12,30	13,00	<3	5,40	10,30	22,90
NL	mg/l		20	450,00	18,00	58,00	35,00	14,00	<4	24,00	216,00
C10-C40	mg/l		0,5	0,38	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
TOC	mg/l	5	10	4,80	5,20	32,00	9,30	18,00	5,00	8,60	11,00

Zdroj: GeoTec – GS, a.s. (2016–2019), úprava vlastní

V samotném pivovaru Chodovar dochází z důvodu udržení rovnoměrné kvality jejich produkce k pravidelným odběrům vzorků vody a jejich následným chemickým analýzám. Z *Tabulky 5* je patrné, že ve všech sledovaných parametrech jsou naměřené hodnoty hluboko pod požadovanými limity pro pitnou vodu, pouze v případě pH, která byla v roce 2019 pod mezní hodnotou.

Tabulka 5: Chemické parametry podzemní vody zdroje pivovaru Chodovar (nadlimitní hodnoty jsou barevně zvýrazněny)

Chemická analýza v roce:		Limit pro pitnou vodu 252/2004 Sb.			2016	2017	2018	2019
		MH	NHM	DH				
pH		6.5–9.5			6,6	6,5	6,6	6,4
el.vodivost	mS/m	125			15,2	15,2	15,3	15,2
barva	mgPt/l	20			<4,0	<4,0	<4,0	-
zákal	ZF	5			<0,11	<0.2	<0.2	<0.2
celková tvrdost	mmol/l			2,0-3,5	0,597	0,524	0,504	0,483
amonné ionty	mg/l	0.5			<0.06	<0.06	<0.06	<0.06
dusitany	mg/l		0,5		<0.025	<0.025	<0.025	-
dusičnany	mg/l		50		30	30	31	-
chloridy	mg/l	100			8,62	9,6	9,8	12
sírany	mg/l	250			<15	<15	<15	<14
fluoridy	mg/l		1,5		0,087	0,069	0,083	0,11
sodík	mg/l	200			6,39	6,67	6,16	6,47
vápník	mg/l	30		40-80	14,3	12,3	11,2	11,1
hořčík	mg/l	10		20-30	5,85	5,28	5,47	5
železo	mg/l	0.2			<0,002	0,004	0,004	0,0028
mangan	mg/l	0.05			<0,0005	<0.0005	<0.0020	<0.0005
TOC	mg/l	5			<0,5	0,524	<0,50	<0,50

Zdroj: Pivovar Chodovar (2019), úprava vlastní

Hladiny podzemní vody byly měřeny v měsíčním intervalu za použití hladinoměru s píšťalou. V období mezi 12/2015 a 2018 bylo měření provedeno Ing. Wojnarovou z firmy GeoTec – GS, a.s. Měření z období 2019 bylo provedeno autorkou ve spolupráci s Ing. Wojnarovou z firmy GeoTec – GS, a.s. Pro větší přehlednost naměřených hodnot byl v *Tabulce 6* zvolen interval dvou měsíců, a to u vybraných HPV v těsné vzdálenosti od samotné stavby či zdroje vody pivovaru.

Z celkového seznamu HPV byly vynechány zdroje vody, kde bývá hladina značně ovlivňována antropogenní činností např. odběrem vody za účelem zavlažování. Hodnoty měření u jednotlivých HPV představují vzdálenost hladiny podzemní vody od úrovně terénu. Z časové řady měření jsou patrné fluktuace hloubky HPV, které byly ovlivněny měsíčními srážkovými úhrny zaznamenané meteorologickou stanicí Mariánské Lázně. Ze srovnání vyplývá, že kolísání hladiny podzemní vody ve vybraných vrtech je ve většině případů shodný od počátku monitoringu HPV v prosinci roku 2015 (jeden rok před zahájením výstavby) do prosince roku 2019. Dále lze z naměřených hodnot předpokládat, že v průběhu monitoringu nedošlo k ovlivnění vydatnosti zdroje vody pivovaru v důsledku stavební činnosti nebo stavby samotné.

Obrázek 11: Hladinoměr s píšťalou



Zdroj: vlastní

Tabulka 6: Hladiny podzemní vody

Datum měření	HPV4	HPV5	HPV6	HPV8	Dr26
12/2015	0,24	4,46	8,55	2,16	1,84
02/2016	0,45	1,03	7,76	1,98	1,45
04/2016	0,61	4,45	7,92	2,47	1,70
06/2016	0,65	4,77	8,80	2,95	1,93
08/2016	0,68	4,95	8,80	2,90	2,24
10/2016	0,66	4,92	9,00	2,69	2,22
12/2016	0,62	4,58	8,63	2,62	2,02
02/2017	0,54	3,70	8,80	2,25	1,74
04/2017	0,64	4,75	8,03	2,55	1,90
06/2017	0,99	5,05	8,35	2,95	1,95
08/2017	1,18	5,25	8,08	3,22	2,16
10/2017	0,63	4,95	8,80	3,15	2,07
12/2017	0,50	3,65	7,74	2,19	1,53
02/2018	0,54	4,30	7,72	1,99	1,49
04/2018	0,58	4,42	7,60	2,16	1,62
06/2018	0,84	4,82	7,79	2,90	1,99
08/2018	0,99	5,21	8,00	3,23	2,47
10/2018	0,74	5,30	8,80	3,39	2,65
12/2018	0,69	4,80	8,40	3,07	2,42
02/2019	0,59	4,76	8,80	2,15	1,70
04/2019	0,70	4,55	7,98	2,69	1,72
06/2019	1,00	4,99	8,08	3,27	2,03
08/2019	0,98	5,20	8,20	3,47	2,46
10/2019	0,73	5,12	8,22	3,27	2,45
12/2019	0,69	4,82	8,80	3,32	2,51

Zdroj: GeoTec – GS, a.s. (2016–2019), úprava vlastní

8 Diskuze

Vzhledem k obecné náročnosti přípravy a výstavby liniových staveb se příprava i stavby silnice I/21 v úseku Trstěnice – Drmoul protáhla na několik let. Během přípravy se technické požadavky na stavbu, na rozdíl od požadavků legislativních, významně nezměnily.

Změny nastaly převážně v požadavcích vyplývajících z přijetí Rámcové Směrnice o vodách a její implementace do legislativních předpisů ČR. Směrnice o vodách zavádí povinnosti hodnotit parametry, které charakterizují dobrý stav povrchových a podzemních vod.

V případě vod povrchových jsou hlavními ukazateli ekologický a chemický stav. Kromě vodního zákona měla být Rámcová Směrnice o vodách a její ustanovení implementována také do zákona č.100/2001Sb., o posuzování vlivu na životní prostředí, ve znění pozdějších předpisů. Česká republika byla na nesplnění tohoto závazku upozorněna v roce 2016. K úplné implementaci došlo až v květnu 2017, kdy vzešla v platnost novela zákona č. 100/2001 Sb. Po této novele se při přípravě stavby komunikace v rámci dokumentace EIA povinně vyhodnocuje vliv stavby na stav dotčených útvarů povrchových vod a podzemních vod. Hodnocení se zaměřuje na posouzení, zda bude potřeba uplatnit výjimku dle článku 4 odst. 7 Rámcové směrnice o vodách. Zde jsou problematické nové změny fyzikálních poměrů útvarů povrchových vod nebo úrovně podzemních vod, nebo neúspěch při zamezení zhoršení stavu útvaru povrchových vod (včetně zhoršení z velmi dobrého na stav dobrý) jako důsledek nových trvalých rozvojových aktivit člověka. Před uplatňováním požadavků této směrnice bylo hodnocení vlivu stavby na povrchové a podzemní vody prováděno především z hlediska vlivu na lokální úrovni (toky, studny apod.). Nyní je potřeba hodnocení vztáhnout i na celé vodní útvary.

Základem pro hodnocení vlivu stavby na stav povrchových a podzemních vod byl v rámci projektové dokumentace stavby ve stupni DÚR a následně i v DSP zpracován hydrogeologický průzkum a hydrogeologický monitoring. Výsledky a doporučení těchto průzkumů se soustředily zejména na možný vliv srážkových vod a jejich likvidace, resp. způsob nakládání na vodní zdroj pivovaru Chodovar, jehož pásmo hygienické ochrany vod (PHO) II. stupně stavbou prochází.

Na základě výsledků a doporučení z těchto průzkumů byla veškerá srážková voda z komunikace I/21 v úseku Trstěnice – Drmoul odvedena dešťovou kanalizací mimo toto pásmo do Knížecího potoka. Voda ze svahů a z komunikace je, mimo výše uvedené pásmo, zachycena silničními příkopy, na kterých jsou navrženy stabilní norné stěny. Tyto nádrže byly vybudovány v předstihu a po dobu výstavby sloužily jako usazovací nádrže zachycující splaveniny, popřípadě ropné látky v případě havárie. Do úvahy nebyla brána potřeba předčištění této vody, znečištěné polutanty z dálnic a silnic I. třídy, před jejím odvedením do recipientu nebo zasáknutím.

U silničního úseku I/21 Trstěnice – Drmoul nebyla navržena žádná čistící zařízení, což odpovídá současné praxi, že čistící zařízení před vyústěním do kanalizace jsou projektována hlavně u dálnic, přestože u silnic I. třídy bývá častokrát vyšší dopravní intenzita. U stavby I/21 Trstěnice – Drmoul navíc nebyla prověřena možnost vsakování vody z komunikace a to hlavně vzhledem k tomu, že příprava této stavby začala přibližně před 17 lety a v té době se možnost vsakování do hydrogeologických průzkumů nezařazovala. Nebyl doporučen ani další doplňující hydrogeologický průzkum, který by prověřil možnost vsakování. Rozhodnutím Odboru životního prostředí Karlovarského kraje pod č. j. 171/ZZ/17 ze dne 15. 2. 2017, které nabylo právní moci dne 18. 3. 2017, bylo vydáno před plánovanou implementací Rámcové směrnice o vodách. Ta je v současné době již povinně aplikována při přípravě stavby komunikace a výsledky hydrogeologických průzkumů je nutno přikládat k hodnocení vlivů na životní prostředí vyhodnocení stavby a na stav dotčených útvarů a povrchových vod.

Povinnosti a požadavky vyplývající z vodního zákona a Rámcové Směrnice vodách zajišťuje skrze svá vyjádření zejména příslušný vodoprávní úřad. Výsledek vodoprávního řešení v případě zájmové stavby byl zpracován tak, že veškerá srážková voda z komunikace ovlivňující pásmo PHO II. stupně jediného vodního zdroje vody pivovaru Chodovar byla odvedena dešťovou kanalizací dlouhou 2435 m mimo toto pásmo, kanalizace byla opatřena nornými stěnami, které byly osazeny stavítky. Norných stěn bylo navrženo celkem 25 ks o celkové délce 1098 m. Jedná se o dřevěné fošny, které v případě úniku ropných látek budou příslušným hasičským sborem zasazeny do drážek. Drážky jsou částí betonového bloku umístěného při spodním okraji zpevněného příkopu. Výšky norných stěn jsou naměřeny tak, aby zadržely min. objem 10 m³. Norné stěny byly využity v době výstavby, kdy sloužily jako sedimentační nádrže, které měly zadržet úniky ropných látek po dobu výstavby.

Současně byla v přechodu trasy navržena přes vodoteče komunikace oboustranná svodidla, která měla zabránit únikům vodě škodlivých látek mimo těleso komunikace při případné havárii vozidel. Za provozu se normé stěny využívají pouze v případě havárie. Vody z terénu zachycené silničními příkopy byly zaústěny do vodoteče Knížecí potok (Obrázek 12). U vyústění do potoka nebyla umístěna žádná sedimentační nádrž ani jiné zařízení odlučující ropné látky (Obrázek 13).

Obrázek 12: Knížecí potok



Zdroj: vlastní

Obrázek 13: Vyústění kanalizace



Zdroj: vlastní

9 Závěr

Dle provedených průzkumů celá trasa projektované přeložky probíhá v ochranném pásmu II B přírodních léčivých zdrojů lázeňského místa Mariánské Lázně. Zemní práce stavebních objektů jsou dány návrhem nivelety, konfigurací terénu a rozsahem mostních objektů.

Na základě všech stupňů projektové dokumentace a zpracovaných geotechnických průzkumů a stanovisek a rozhodnutí MŽP a jiných dotčených orgánů měly být v projektové dokumentaci pro ÚR a SP zpracovány veškeré požadavky a doporučení. Systém odvodnění dle požadavků byl doporučen navrhnout tak, aby srážková voda z povrchu komunikace nemohla kontaminovat okolní systém povrchových a podzemních vod. Před zaústěním do Kosového potoka bylo doporučováno umístění sedimentační nádrže, rovněž tak u Senného potoka a přítoku do Zaječího potoka. Jako technické opatření se požadovalo na odtocích navrhnout norné stabilní stěny.

Souhlasné stanovisko MŽP ze dne 10. 4. 2003 o hodnocení vlivů stavby na životní prostředí podle zákona č. 244/1992 Sb. ukládalo odvodnění při stavbě komunikace navrhnout tak, aby srážková voda z povrchu komunikace nemohla kontaminovat okolní systém povrchových a podzemních vod. Oznámení záměru z roku 2017, které vycházelo ze souhlasného stanoviska z roku 2003 a bylo závazným podkladem pro vydání SP, požadovalo vybudování retenční biodegradační nádrže pro zachycení znečištěných vod z definitivního silničního příkopu. Tyto nádrže měly být vybudovány v předstihu, aby i po dobu výstavby zachycovaly splaveniny a v případě havárie ropné látky. Nicméně tento požadavek nebyl promítnut v DSP, tak i v RDS.

Směrnice o vodách byla transponována a implementována do českého práva v plném rozsahu až v roce 2017 (tzn. včetně zákona o EIA). Její principy však byly zahrnuty do českého právního a legislativního rámce již od vstupu ČR do EU v roce 2004, a to skrze znění vodního zákona a příslušejících podzákonných předpisů, ale zejména přes plány povodí a související programy opatření. Lze tedy diskutovat o tom, zda by opatření, vyžadována dnes, nemohla být požadována resp. zohledněna již při zahájení hodnocení EIA na dotčeném úseku, a to na základě požadavků vodoprávního úřadu, ale zejména odborného posudku. Současně lze však polemizovat o tom, zda se v záplavě povinností a požadavků různých legislativních předpisů

a norem a jejich mnohdy nejasného způsobu provedení, neztrácí hlavní smysl hodnocení vlivu stavby na povrchové a podzemní vody, a to skutečně ochránit tyto zdroje funkčními opatřeními.

Seznam použité literatury

Odborné publikace

Balatka B., Demek J. [ed.], 1987: Zeměpisný lexikon ČSR. Academia, Praha.

Jetel J., 1982: Určování hydraulických parametrů hornin hydrodynamickými zkouškami ve vrtech. ÚÚG, Praha.

Kolářová M., Myslík V., 1979: Minerální vody Západočeského kraje. ÚÚG, Praha.

Květoň V., Voženílek V., 2011: Klimatické oblasti Česka: klasifikace podle Quitta. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc.

Prchalová H., Herrmann Z., Kadlecová R., Olmer M., 2005: Hydrogeologická rajonizace. VÚV T. G. Masaryka, Praha.

Tolasz R., Míková T., Valeriánová A., Voženílek V., 2007: Atlas podnebí Česka. ČHMÚ, Olomouc.

Legislativní zdroje

ČSN EN 1085 (750160) kat: Čištění odpadních vod. 65 s.

ČSN 73 6101: Projektování silnic a dálnic. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2018. 94 s.

ČSN 73 6110: Projektování místních komunikací. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2006. 126 s.

ČSN 74 2410: Malé vodní nádrže. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2012. 26 s.

ČSN 75 6551: Čištění odpadních vod s obsahem ropných látek. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2008. 16 s.

ČSN 75 6101 : Stokové sítě a kanalizační přípojky. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2012. 41 s.

ČSN 75 9010: Vsakovací zařízení srážkových vod. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2012. 44 s.

MP MŽP: Indikátory znečištění. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 2013. 8 s.

Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, v platném znění.

Směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady (Rámcová směrnice o vodách), ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky, v platném znění.

Směrnici 2006/118/ES Evropského parlamentu a Rady, o ochraně podzemních vod před znečištěním a zhoršováním stavu, v platném znění.

TKP-D 5: Technické podmínky pro dokumentaci staveb. Ministerstvo dopravy, Praha, 2006. 14 s.

TNV 75 9011: Hospodaření se srážkovými vodami. Ministerstvo zemědělství, Praha, 2013. 65 s.

TNV 75 2931: Povodňové plány. Ministerstvo zemědělství, Praha, 2006. 35 s.

TP 83: Odvodnění pozemních dokumentací. Ministerstvo dopravy, Praha, 2014. 60 s.

TP 76A: Geotechnický průzkum pro PK – Zásady geotechnického průzkumu. Ministerstvo Dopravy, Praha, 2009. 43 s.

TP 76B: Geotechnický průzkum pro PK – Provádění geotechnického průzkumu. Ministerstvo dopravy, Praha, 2009. 59 s.

TP 76C: Geotechnický průzkum pro navrhování a provádění tunelů PK. Ministerstvo dopravy, Praha, 2008. 64 s.

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, v platném znění.

Vyhláška č. 98/2011 Sb., o způsobu hodnocení stavu útvarů povrchových vod, způsobu hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých útvarů povrchových vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod, v platném znění.

Vyhláška č. 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích, v platném znění.

Vyhláška č. 174/2011 Sb., o stanovení ochranných pásem přírodních léčivých zdrojů minerální vody, v platném znění.

Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu, četnost a rozsah kontroly pitné vody, v platném znění.

Vyhláška č. 393/2010 Sb., o oblastech povodí, v platném znění.

Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon o vodovodech a kanalizacích, v platném znění.

Vyhláška č. 432/2001 Sb., o dokladech žádosti o rozhodnutí nebo vyjádření a o náležitostech povolení, souhlasů a vyjádření vodoprávního řádu, v platném znění.

Vyhláška č. 450/2005 Sb., o náležitostech nakládání se závadnými látkami a náležitostech havarijního plánu, způsobu a rozsahu hlášení havárií, jejich zneškodňování a odstraňování jejich škodlivých následků, v platném znění.

Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, v platném znění.

Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, v platném znění.

Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů, v platném znění.

Zákon č. 164/2001 Sb., o přírodních léčivých zdrojích, zdrojích přírodních minerálních vod, přírodních léčebných lázních a lázeňských místech a o změně některých souvisejících zákonů (lázeňský zákon), v platném znění.

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), v platném znění.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), v platném znění.

Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích, v platném znění.

Ostatní zdroje

GeoTec – GS, a.s., 2016: Závěrečná zpráva – hydrogeologický monitoring Silnice I/21 Trstěnice – Drmoul. 21s. „nepublikováno“. Dep.: ŘSD ČR, Správa Karlovy Vary.

GeoTec – GS, a.s., 2017: Závěrečná zpráva – hydrogeologický monitoring Silnice I/21 Trstěnice – Drmoul. 21s. „nepublikováno“. Dep.: ŘSD ČR, Správa Karlovy Vary.

GeoTec – GS, a.s., 2018: Závěrečná zpráva – hydrogeologický monitoring Silnice I/21 Trstěnice – Drmoul. 21s. „nepublikováno“. Dep.: ŘSD ČR, Správa Karlovy Vary.

GeoTec – GS, a.s., 2019: Závěrečná zpráva – hydrogeologický monitoring Silnice I/21 Trstěnice – Drmoul. 21s. „nepublikováno“. Dep.: ŘSD ČR, Správa Karlovy Vary.

Chodovar spol. s r.o., 2019: ústní sdělení technického ředitele pana Němce L. dne 3. 6. 2019

INGEP spol. s r.o., 2005: Závěrečná zpráva hydrogeologického průzkumu Silnice I/21 Trstěnice – Drmoul. 18s. „nepublikováno“. Dep.: ŘSD ČR, Správa Karlovy Vary.

INGEP spol. s r.o., 2007: Závěrečná zpráva podrobného hydrogeologického průzkumu Silnice I/21 Trstěnice – Drmoul. 31s. „nepublikováno“. Dep.: ŘSD ČR, Správa Karlovy Vary.

Nosek P., 1978: Situační zpráva geologického průzkumu Chebsko-domažlický příkop. 23s. „nepublikováno“.

Valbek, spol. s r.o., 2015: I/21 Trstěnice – Drmoul, DSP 1. etapa. 59 s.: „nepublikováno“. Dep.: ŘSD ČR, Správa Karlovy Vary.

Internetové zdroje

European Commission, ©2014: Green Infrastructure and the Transport sector, (online) [cit. 2020.12.06], dostupné z

<https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/pdf/Green%20Infrastructure/GI_transport.pdf> .

European Union, ©2014: Natural Water Retention Measures, (online) [cit. 2020.11.06], dostupné z <https://circabc.europa.eu/sd/a/2457165b-3f12-4935-819ac40324d22ad3/Policy%20Document%20on%20Natural%20Water%20Retention%20Measures_Final.pdf>.

Maissner E., Nadler A., Rosenzweig G., 2006: Přírodě blízké odvodnění dopravních ploch v sídlech (online) [cit. 2020.10.06], dostupné z

<http://eagri.cz/public/web/file/32514/Priode__blizke_odvodneni_dopravnich_ploch_v_sidlech.pdf>.

Seznam obrázků

Obrázek 1: Rozdělení České republiky do dílčích povodí dle vodního zákona (Ministerstvo zemědělství (online) [cit. 2020.04.20], dostupné z <http://eagri.cz/public/web/file/134666/_10_povodi.jpg>.

Obrázek 2: Vzorek zeminy z jádrového vrtu

Obrázek 3: Vystrojený vrt

Obrázek 4: Vrtná souprava ADBS (Stavební geologie – Geoprůzkum (online) [cit. 2020.04.20], dostupné z <<http://geoprůzkum.cz/katalog-vrtnych-souprav/#prettyPhoto>>.

Obrázek 5: Dešťová usazovací nádrž – dálnice D1

Obrázek 6: Klimatické poměry České republiky (Geografický ústav MU Brno – Fyzická geografie ČR (online) [cit. 2020.04.20], dostupné z <http://www.herber.kvalitne.cz/FG_CR/klima.html>.

Obrázek 7: Srážkové poměry České republiky (Český hydrometeorologický ústav (online) [cit. 2020.04.20], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mapy-charakteristik-klimatu#>>.

Obrázek 8: Ochranná pásma zdrojů vody (INGEP spol. s r.o., 2007).

Obrázek 9: Vzorkovnice před odvozem do laboratoře

Obrázek 10: Měření vodivosti, pH a teploty vzorku vody v terénu

Obrázek 11: Hladinoměr s pískalou

Obrázek 12: Knížecí potok

Obrázek 13: Vyústění kanalizace

Seznam tabulek

Tabulka 1: Vztah etap průzkumných prací a fází dokumentace staveb

Tabulka 2: Doporučující opatření (TP 83, 2014)

Tabulka 3: Chemické parametry vzorků podzemních vod
(GeoTec – GS, a.s. 2016–2019)

Tabulka 4: Chemické parametry vzorků povrchových vod
(GeoTec – GS, a.s. 2016–2019)

Tabulka 5: Chemické parametry podzemní vody zdroje pivovaru Chodovar
(GeoTec – GS, a.s. 2016–2019)

Tabulka 6: Hladiny podzemní vody (GeoTec – GS, a.s. 2016–2019)