

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

Zpracování geotechnického průzkumu v k.ú. Skuhrov u Železného Brodu



Jihlava, červenec 2021

výtisk č.:

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

Název zakázky: **Zpracování geotechnického průzkumu v k.ú. Skuhrov u Železného Brodu**

Č. zakázky zhotovitele: 21 1065

Objednatel: **Agroprojekce Litomyšl, spol. s r.o.**
Rokycanova 114
566 01 Vysoké Mýto
IČ: 64255611, DIČ: CZ64255611
tel.: +420 465 423 691-2, e-mail: agroprojekce@agroprojekce.cz

Zhotovitel: **GEOMIN s. r. o.**
Znojemská 78, 586 01 Jihlava
IČO: 60701609, DIČ: CZ60701609
tel.: +420 603 512 492, e-mail: geomin@geomin.cz

Autor:



řešitel



odborně způsobilá osoba pro
projektování, provádění a vyhodnocování
geologických prací v oboru inženýrské
geologie a hydrogeologie
interní kontrola



jednatel

Rozdělovník:

Výtisk č. 1–3 Objednatel
Výtisk č. 4 GEOMIN s. r. o. – archiv

Obsah

1.	Úvod.....	2
2.	Topografické a geomorfologické poměry	2
3.	Geologické poměry v širším okolí.....	2
4.	Hydrogeologické a klimatické poměry	3
5.	Starší průzkumné práce.....	4
6.	Nové průzkumné práce.....	5
7.	Výsledky průzkumných prací	5
7.1	Geologický profil	5
7.1.1	Navážka a humózní zeminy	5
7.1.2	Geotechnický typ GT1 (deluviální sedimenty - svahoviny)	6
7.1.3	Geotechnický typ GT2 (fluviální sedimenty).....	6
7.1.4	Geotechnický typ GT3 (eluvium)	6
7.1.5	Geotechnický typ GT4 (skalní podloží)	7
7.2	Hodnocení polních cest	7
7.2.1	Základové poměry polních cest.....	9
7.2.2	Podzemní voda a její účinky	9
7.2.3	Zemní práce	10
7.3	Propustek a protierozní a ochranná opatření v okolí S1.....	10
7.3.1	Základové poměry propustku a protierozních a ochranných opatření	10
7.3.2	Vsakování srážkových vod.....	11
7.3.3	Zemní práce	11
8.	Závěr	12
9.	Seznam norem a podkladů	14

Přílohy

1	Mapa průzkumných vrtů
2	Geologická dokumentace průzkumných vrtů
3	Geologický řez
4	Výsledky zkoušek

1. Úvod

Předkládaná závěrečná zpráva byla vypracována na základě smlouvy o dílo č. 21 1065, kterou ve věcech smluvních zastupoval [REDAKCE]. Předmětem zakázky je inženýrsko-geologický a hydrogeologický průzkum, který bude podkladem pro zpracování dokumentace technického řešení v rámci zpracování plánu při komplexní pozemkové úpravě v k. ú. Skuhrov u Železného Brodu.

Lokalizace staveniště:

kraj: Liberecký
okres: Jablonec nad Nisou
katastrální území: Skuhrov u Železného Brodu

2. Topografické a geomorfologické poměry

Podle geomorfologického členění náleží k. ú. Skuhrov u Železného Brodu do Krkonošsko-jesenické subprovincie, zastoupené Krkonošskou oblastí.

vyšší geomorfologická jednotka	kód	název
subprovincie	IV	Krkonošsko - jesenická subprovincie
oblast	IVA	Krkonošská oblast
celek	IVA - 8	Krkonošské podhůří
podcelek	IVA - 8A	Železnobrodská vrchovina
okrsek	IVA - 8A- a	Bozkovská vrchovina

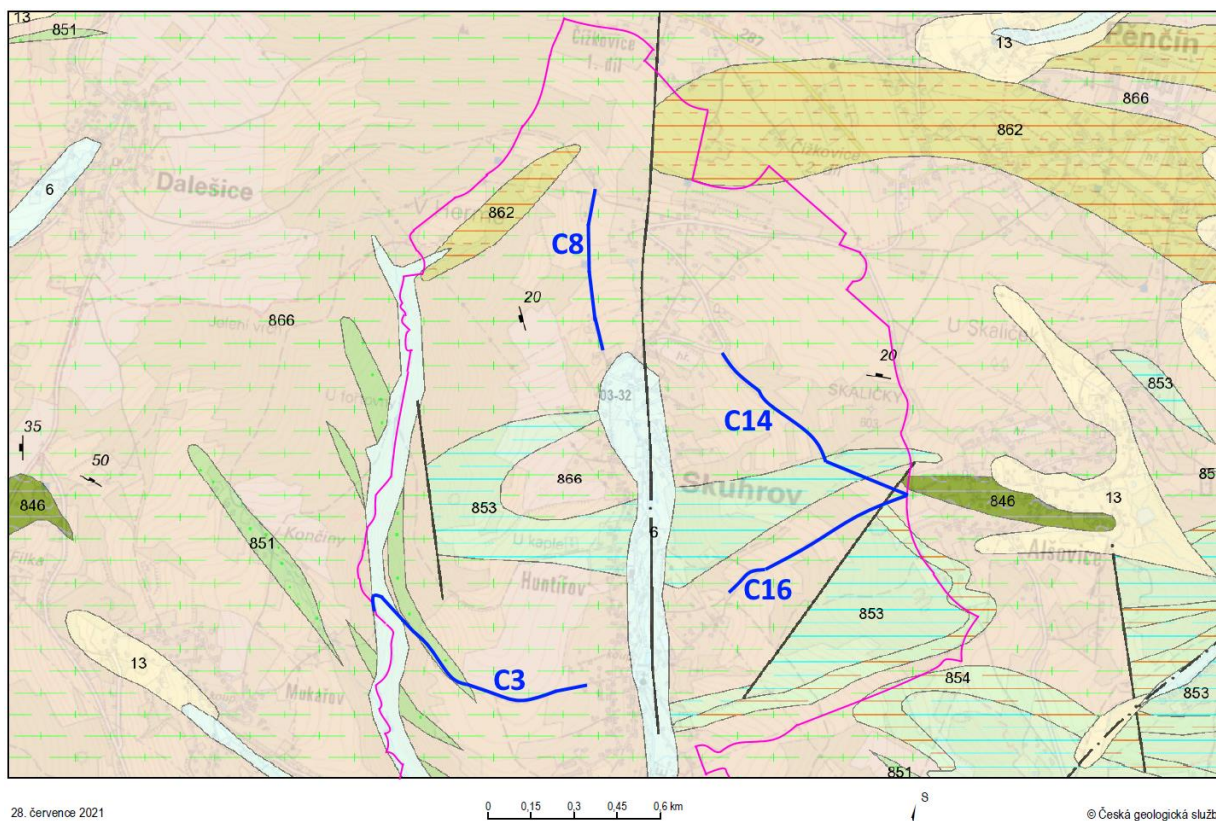
Vrty byly hloubeny v katastru obce Skuhrov u Železného Brodu. Nadmořská výška terénu se v místě průzkumu pohybuje přibližně od 409 do 585 m n. m. (příl. 1). Nejvýše položeným bodem v katastru Skuhrova je vrch Skaličky s 603 m n. m., který se nachází z. směrem od Skuhrova. Údolím od Skuhrova k Huntířovu (téměř S-J směru) teče k J Huntířovský potok, který se ve Splzově vlévá do Jizery (obr. 2). Od SSZ k JJV teče z. od Skuhrova také bezejmenný potok sbírající vody od Dalešic, Mukařova a Sněhova. Vlévá se do Jizery u Želče.

3. Geologické poměry v širším okolí

Lokalita se nachází v Českém masívu v horninách krystalinika a prevariského paleozoika. Konkrétně se jedná o lužickou (západosudetskou) oblast, region: krkonošsko-jizerské krystalinikum. Jižně od krkonošsko-jizerského plutonu leží Železnobrodský úsek - železnobrodské krystalinikum. Stáří těchto hornin se uvádí spodnokambrické, s vývojem v radčické skupině.

Stratigrafické rozdělení monotónního komplexu fylitů neoproterozoického až kambrického stáří je velmi obtížné. Na neznámém podloží spočívají nejstarší známé horniny železnobrodského krystalinika vyvinuté ve facii pokrývačských chloriticko-sericitických fylitů, někde s chloritoidem. Vzácné vložky náleží metadiabazům a jejich tufitům. Charakteristickým členem železnobrodského krystalinika jsou grafitické fylity s tenkými polohami metalyditů s hojnými karbonáty. Regionální přeměna paleozoického komplexu odpovídá subfacii obsahující křemen, albit, chlorit a muskovit. Dle geologické mapy tvoří okolí Skuhrova fylity až svory, kvarcitické fylity a kvarcity a fylity s metadiabazy (zelenými břidlicemi).

Kvartér je na lokalitě zastoupen především svahovinami a kamenitými až hlinito-kamenitými sedimenty. V nivě Jizery a jejích přítoků jsou uloženy různé fluvialní sedimenty. Hlavní zlomy jsou orientovány ve směru S-J, SSZ-JJV, SV- JZ (obr. 1).



Obr. 1: Geologická mapa (©ČGS) list 03-32 Jablonec nad Nisou, fialové hranice k. ú. modře linie polních cest
Vysvětlivky: — zlom zjištěný, — · — · — zlom předpokládaný
kvartér: 6 – nivní sedimenty, **13** – deluviální kamenité až hlinito-kamenité sedimenty, **lužická oblast krkonošsko- jizerské krystalinikum - paleozoikum (kambrium): 846** – serpentinit, **851** – metadiabaz, zelená břidlice, **853** - fylit, **854** - fylit, **(neoproterozoikum – kambrium) 862** – kvarcitický fylit a kvarcit, **(neoproterozoikum) 866** – fylit + svor.

4. Hydrogeologické a klimatické poměry

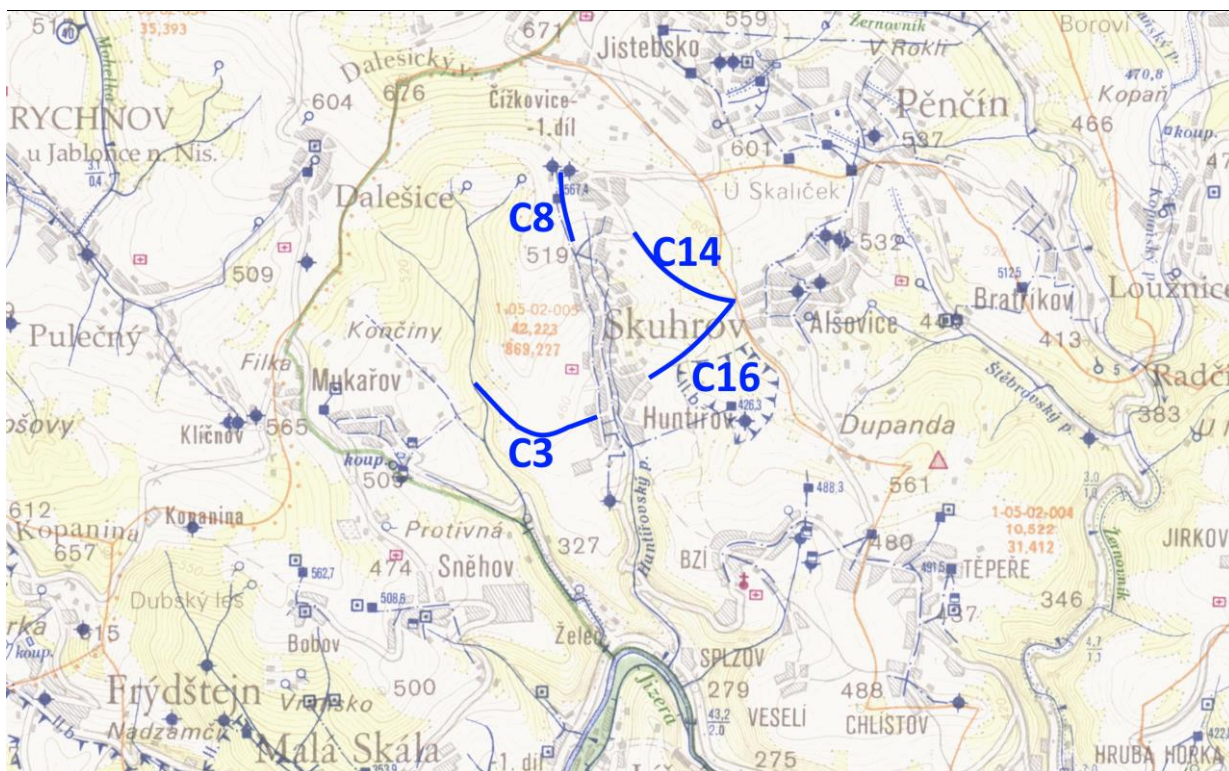
číslo hydrologického pořadí	1-05-02-005 Jizera
hydrogeologický rajón	6414 Krystalinikum Jizerských hor v povodí Jizery a Krkonoš
útvár podzemních vod	64140 Krystalinikum Jizerských hor v povodí Jizery a Krkonoš

Území se řadí podle klasifikace Quitta (1971) do mírně teplé MT4. Charakteristika oblasti je následující (Kolektiv 2007):

klimatická oblast	MT4
počet letních dní:	20–30
počet dní s teplotou alespoň 10°C:	140–160
počet mrazových dní:	110–130
počet ledových dní:	40–50
průměrná teplota v lednu:	-2– -3 °C
průměrná teplota v dubnu:	6–7 °C
průměrná teplota v červenci:	16–17 °C
průměrná teplota v říjnu:	6–7 °C
počet dnů se srážkami alespoň 1 mm:	110–120
srážkový úhrn ve vegetačním období:	350–450 mm
srážkový úhrn v zimním období:	250–300 mm
počet dnů se sněhovou pokrývkou:	60–80
počet dnů zatažených:	150–160
počet dnů jasných:	40–50

V rámci hydrogeologického rajónu lze vymezit svrchní průlinově propustnou zvodeň, vázanou především na kvartérní pokryv (včetně navážek) a zónu zvětrávání a hluboké puklinové struktury vázané na krystalické horniny.

V hodnoceném území je kvartérní pokryv tvořen především fluvialními náplavy Jizery a jejích přítoků, deluviofluvialními a deluvialními sedimenty. Mělký kolektor je zvodnělý v závislosti na dostatku srážek, propustnost pro vodu je nízká kvůli dominující jílovité a prachovité frakci v sedimentech.



Obrázek 2: Základní vodohospodářská mapa ČR, list 03-32 Jablonec nad Nisou, modře linie polních cest (© HEIS VÚV)

Z hydrogeologického hlediska spadá zájmová oblast do hydrogeologického rajónu „Krystalinikum Jizerských hor v povodí Jizery a Krkonoš“ č. 6414. Název útvaru podzemní vody je shodný a má číslo 64140. Jeho pozice je základní. Rajón je vymezen v krystaliniku Sudetské soustavy. Vystupují v něm horniny krystalinika, proterozoika a paleozoika.

Krkonošsko jizerský pluton, tvořící převážnou část hřebenů Krkonoš, je budován hrubě až stř. zrnitou biotitickou žulou s pruhem dvojslídnych žul v jz. části. Metamorfni plášť, omezující j. a jv. okraj plutonu je tvořen dvěma horninovými komplexy. Starší předordovický představují polohy fylitů až svorů s ortorulami a migmatity s vložkami vápenců a diabasů. Mladší ordovicko-silursko-devonský komplex v nižším stupni metamorfózy vytváří droby až fylity s vložkami diabasů a vápenců.

Rajón je odvodňován převážně přítoky horního toku Jizery. V krystaliniku dochází k přímé infiltraci srážek, zvláště v místech rozsáhlejšího výskytu písčitého eluvia.

5. Starší průzkumné práce

V archivu ČGS nejsou na lokalitě průzkumu evidovány žádné archivní vrty. Nejbližší hydrogeologický vrt je vzdálen více než 60 m sz. směrem od nového průzkumného vrtu S5 a pro potřeby inženýrskogeologického průzkumu je nepoužitelný.

6. Nové průzkumné práce

Terénní práce proběhly ve dnech 13. a 14. 5. 2021. Vrtly byly vytýčeny na základě požadavků pro předběžný geotechnický průzkum. Bylo vyhloubeno celkem 13 nových průzkumných vrtů do hloubky 1,0 až 3,0 m (příl. 1 a 2).

Vrtly byly vyhloubeny soupravou RDBS-1, na sucho s výnosem jádra. Jádro bylo ukládáno do vzorkovnic a na místě dokumentováno a vzorkováno. Zeminy byly popisovány a hodnoceny z hlediska inženýrské geologie podle ČSN EN ISO 14688-1, 2, ČSN EN ISO 14689-1 a ČSN 73 6133. Pokud byla ve vrtech zastižena podzemní voda, byla změřena její hladina.

Z vrtů byly odebrány vzorky zemin na klasifikační rozbor (10 ks) a vzorek podzemní vody na agresivitu (tab. 1). Vrt S3 byl vystrojen perforovanou plastovou pažnicí a byla v něm provedena vsakovací zkouška. Po dokončení dokumentace a vzorkování (a v jednom případě po vsakovací zkoušce) byly vrtly likvidovány zpětným zásypem vytěženou zeminou. Zkoušky byly provedeny v laboratořích **Geotest Brno** a Geotest Brno, a. s. (příl. 5).

Tab. 1: Přehled odebraných vzorků zemin a vod.

vrt	druh	hloubka	zkoušky
S1	zemina	2,0 m	klasifikační rozbor
S2	zemina	0,3-0,6 m	klasifikační rozbor
S3	voda	-	agresivita
S4	zemina	0,6-0,7 m	klasifikační rozbor
S5	zemina	0,8-1,0 m	klasifikační rozbor
S7	zemina	0,6 m	klasifikační rozbor
S8	zemina	0,4-0,6 m	klasifikační rozbor
S9	zemina	1,0 m	klasifikační rozbor
S10	zemina	0,3-0,5 m	klasifikační rozbor
S11	zemina	0,3-0,5 m	klasifikační rozbor
S13	zemina	1,0-1,3 m	klasifikační rozbor

7. Výsledky průzkumných prací

7.1 Geologický profil

Průzkumnými pracemi na lokalitě Skuhrov u Železného Brodu byla zastižena svrchní 0,1 až 0,7 m mocná vrstva tvořená navážkami, humózními zeminami a orníci. Tato vrstva byla popsána ve všech vrtech. Pod vrstvou svrchní humózní zeminy, ornice, či navážek byly dokumentovány svahoviny (GT1) a v jednom případě eluvium fylitu (GT3). V blízkosti vodoteče byly zjištěny fluviální sedimenty (GT2). V podloží eluvií se již vyskytuje skalní masív (GT4).

7.1.1 Navážka a humózní zeminy

Povrch je ve většině případů tvořen navážkami nebo humózními zeminami s příměsí drceného šterku, v jednom případě orníci (mocnost 10–70 cm).

O ornici se dá hovořit pouze ve vrtu (S3), kde byla zastižena 30 cm mocná **hlína s nízkou plasticitou, pevná (F5 ML)**. Ostatní **organické zeminy** byly klasifikovány jako humózní **hlína písčitá (F3 MS) tuhé až pevné konzistence**, případně jako **hlína s nízkou plasticitou, pevné konzistence (F5 ML)**.

Mocnost navážek se pohybuje od 0,2 do 0,7 m. Navážek v průzkumném území jsou dvě skupiny. Velkou část tvoří svrchní org. zemina smíšená s navezeným šterkem, kterým byl původní povrch zpevňován a za léta používání polních cest i smíšen s původní zeminou. Druhou skupinu reprezentují konstrukční vrstvy, které tvoří většinou makadam či praný říční písek,

v části profilu i s místní zeminou. Vrstvu navážek lze charakterizovat jako *písek dobře zrněný, ulehý (S1 SW) a písek hlinitý, ulehý (S4 SM), štěrk dobře zrněný, ulehý (G1 GW) a štěrk hlinitý, ulehý (G4 GM)* s větší či menší příměsí navezeného štěrku.

7.1.2 Geotechnický typ GT1 (deluviální sedimenty - svahoviny)

Pod vrstvou navážek, příp. ornice se většinou nachází vrstva deluviálních sedimentů - svahovin. Tyto sedimenty vznikly gravitačními pohyby zvětralin na svazích a byly transportovány na úbočí svahů. Mají pestré složení, rozdílnou délku transportu i morfologickou pozici, lokálně mohou být s příměsí eolických materiálů (deluvioeolické sedimenty) nebo mohla být část transportu uskutečněna vodou při silných srážkách (deluviofluviální sedimenty). Jsou tvořeny *hlínou štěrkovitou (F1 MG) pevné konzistence, štěrkovitým jílem, pevným (F2 CG) hlínou písčitou, tuhé konzistence (F3 MS), jílem písčitým, pevné konzistence (F4 CS), jílem s nízkou plasticitou, tuhé konzistence (F6 CL), štěrkem s příměsí jemnozrnné zeminy, ulehým (G3 G-F), štěrkem hlinitým, ulehým (G4 GM), štěrkem jílovitým, ulehým (G5 GC)* Ke statickému výpočtu je možné využít směrné normové charakteristiky zastižených zemin (tab. 2).

Tabulka 2: Směrné normové charakteristiky zemin deluviálních sedimentů (podle bývalé ČSN 73 1001)

Zemina	Třída / symbol	ν	β	γ (kN/m ³)	E_{def} (MPa)	c_u (kPa)	φ_u (°)	c_{ef} (kPa)	φ_{ef} (°)
Hlína štěrkovitá pevné konzistence	F1 MG	0,35	0,62	19,0	12-21	70	10	8-16	26-32
Jíl štěrkovitý, pevné konzistence	F2 CG	0,35	0,62	19,5	10-12	60	10	10-18	24-30
Hlína písčitá tuhé konzistence	F3 MS	0,35	0,62	18,0	5-8	60	0	8-16	24-29
Jíl písčitý pevné konzistence	F4 CS	0,35	0,62	18,5	5-8	70	5	14-22	22-27
Jíl s nízkou a střední plasticitou, tuhé konzistence	F6 CL	0,40	0,47	21,0	3-6	50	0	8-16	17-21
Štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy	G3 G-F	0,25	0,83	19	90-100	-	-	0	33-38
Štěrk hlinitý	G4 GM	0,30	0,74	19	60-80	-	-	0-8	30-35
Štěrk jílovitý	G5 GC	0,30	0,74	19,5	40-60	-	-	2-10	28-32

7.1.3 Geotechnický typ GT2 (fluviální sedimenty)

Pod vrstvou organické zeminy byly ve vrtu S1 zastiženy fluviální sedimenty. Jedná se o zvětralinu, které byly transportovány především vodním činitelem na úpatí svahu do údolí. Tyto sedimenty jsou tvořeny *štěrkem jílovitým, ulehým (G5 GC)*. Ke statickému výpočtu je možné využít směrné normové charakteristiky zastižených zemin (tab. 3).

Tab. 3: Směrné normové charakteristiky zemin fluviálních sedimentů (podle bývalé ČSN 73 1001)

Zemina	Třída / symbol	ν	β	γ (kN/m ³)	E_{def} (MPa)	c_u (kPa)	φ_u (°)	c_{ef} (kPa)	φ_{ef} (°)
Štěrk jílovitý, ulehý	G5 GC	0,30	0,74	19,5	40-60	-	-	2-10	28-32

7.1.4 Geotechnický typ GT3 (eluvium)

V podloží navážek, příp. svrchní organické zeminy se nachází eluvium skalních hornin: metamorfů železnobrodského krystalinika – chlorit-sericitických fylitů, kambrického stáří. Podle klasifikace je eluvium v místech průzkumu tvořeno *štěrkem s příměsí jemnozrnné zeminy, ulehým (G3 G-F), štěrkem hlinitým (G4 GM) ulehým a štěrkem jílovitým (G5 GC) ulehým*. Ke statickému výpočtu je možné využít směrné normové charakteristiky zastižených zemin (tab. 4).

Tabulka 4 Směrné normové charakteristiky zemin eluvií (podle bývalé ČSN 73 1001)

Zemina	Třída / symbol	ν	β	γ (kN/m ³)	E_{def} (MPa)	c_u (kPa)	φ_u (°)	c_{ef} (kPa)	φ_{ef} (°)
Štěr s příměsí jemnozrnné zeminy	G3 G-F	0,25	0,83	19	90-100	-	-	0	33-38
Štěr hlinitý	G4 GM	0,30	0,74	19	60-80	-	-	0-8	30-35
Štěr jílovitý	G5 GC	0,30	0,74	19,5	40-60	-	-	2-10	28-32

7.1.5 Geotechnický typ GT4 (skalní podloží)

Skalní podloží (GT4) je zastiženo v podloží eluvia kambrických fylitů. Jedná se o tence břidličnaté, chlorit-sericitické fylity, radčické skupiny. Vrtem S11 je zastiženo silně až zcela zvětralé skalní podloží (GT4) v podloží svahovin (GT1) v pevnostní třídě R5-R4. Ve vrtech S8, S10, S12 a S13 bylo zastiženo silně až zcela zvětralé skalní podloží v podloží eluvia (GT3). Zastižená pevnostní třída R4 skalního podloží zachycuje silně zvětralé fylity. Vrt S10 nebylo možné s danou vrtnou technikou dovrtnat do projektem navrhované hloubky 1,5 m pro zastižení mírně zvětralého zelenošedého fylitu třídy R3 v metráži 1,2 -1,3 m. Ke statickému výpočtu je možné využít směrné normové charakteristiky hornin (tab. 5).

Tabulka 5: Směrné normové charakteristiky hornin svrchního karbonu (podle bývalé ČSN 73 1001)

Hornina	Třída / symbol	ν	E_{def} (MPa)	Pevnost v prostém tlaku σ_c (MPa)
Zcela zvětralý fylit	R5	0,25	100	1,5-5
Silně zvětralý fylit	R4	0,25	250	5-15
Mírně zvětralý fylit	R3	0,20	600	15-50

7.2 Hodnocení polních cest

Založení polních cest se předpokládá na mírně upravený terén. Zemní plán polních cest budou tvořit převážně zeminy GT1, GT3 a navážky - konstrukční vrstvy původní asfaltové komunikace. Zeminy těchto geotechnických typů jsou podmíněčně vhodné až vhodné do aktivní zóny vozovky a podmíněčně vhodné až vhodné do násypu vozovky. Nevhodné do aktivní zóny jsou pouze zeminy F5 a F6 nalézající se ve vrtech S1 až S3. Tyto zeminy musí být nahrazeny nebo technologicky upraveny pro jejich další použití.

Tab. 6: Hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti R_{dt} (kPa) zemin a hornin při hloubce založení maximálně do 1,0 m (podle bývalé ČSN 73 1001) a šířce základu do 1 m

Zemina / hornina	Třída / symbol	Únosnost R_{dt} (kPa)
Hlína štěrkovitá pevné konzistence	F1 MG	300
Hlína písčité tuhé konzistence	F3 MS	175
Jíl písčité pevné konzistence	F4 CS	250
Hlína s nízkou plasticitou pevné konzistence	F5 MI- ML	250
Jíl s nízkou plasticitou tuhé konzistence	F6 CI- CL	200
Písek hlinitý	S4 SM	225
Štěr hlinitý	G4 GM	300
Štěr jílovitý	G5 GC	200
Zcela zvětralý fylit střední až velká vzdálenost diskontinuit	R5	300
Silně zvětralý fylit, střední až velká vzdálenost diskontinuit	R4	400
mírně zvětralý fylit, střední až velká vzdálenost diskontinuit	R3	800

Zeminy jsou **namrzavé až vysoce namrzavé**. Vodní režim je v okolí vrtu S1 **kapilární** a v okolí ostatních vrtů **pendulární až difúzní**.

Tabulkové výpočtové únosnosti R_{dt} (kPa) zemin a hornin při hloubce založení maximálně do 1,0 m a šířce základu 1 m jsou uvedeny v tabulce 6.

Podrobná situace průzkumných vrtů je příloze 1.

- Cesta C3

Polní cesta (obr. 1 a 2) s počátkem nacházejícím se u č.p.168 v Huntířově a končící zhruba po 900 m této cesty v lese v údolí bezejmenného toku a z. od obce Skuhrov – Huntířov směrem na Mukařov. První úsek je polní cesta od obce Huntířov, která probíhá zprvu ve směru ZJZ-VSV, poté se stáčí ZSZ-JJV až na vrchol S-J protaženého plochého hřbetu až ke křižovatce s polní cestou S-J směru. Odtud vede polní cesta směr ZSZ-VJV (přes prostor Linkovy hrobky), která se na svahu S-J údolí stáčí do dlouhého úseku SZ- JV směrem (k Vokolnici). Na konci cesty je projektován propustek přes již zmíněnou bezejmennou vodoteč. V linii cesty nejsou projektovány další objekty. Celý úsek se bude budovat na stávající polní cestě (ostatní komunikace náležící obci Skuhrov- Huntířov).

V rámci průzkumu této cesty byly vyhloubeny čtyři vrty: S1 až S4. Vrt S1 byl hluboký 3,0 m. Vsakovací S3 byl hluboký 1,6 m a zbývající dva S2 a S4 1,5 m hluboké.

Vrt S1 zastihl pod humózní hlínou s nízkou plasticitou fluviální sedimenty GT2.

Další vrty S2-S4 zastihly vždy pod ornici nebo humózní zeminou svahové (deluviální) sedimenty GT1 a pod nimi eluvium fylitu GT3.

- Cesta C8

Polní cesta C8 (malá část se šotolinovým povrchem obr. 1 a 2) vede od č. p. 92 Skuhrov téměř severním směrem Náčovým kopcem, podél vodojemu, zříceniny starého Špýcharu až ke křižovatce u č.p. 77 Skuhrov. V linii cesty nejsou projektovány další objekty. Celý úsek se bude budovat na stávající polní cestě (ostatní komunikace náležící obci Skuhrov- Huntířov).

V rámci této cesty byly uskutečněny tři vrty: S12 (1 m) a S11 a S13 (1,5 m příl. 1). Vrtem S11 byla zastižena vrstva humózní zeminy a pod ní GT1. Vrtem S12 bylo pod humózní zeminou zachyceno eluvium GT3. Vrt S13 zachytil polohu navážek, pod ní GT1, níže GT3. Ve všech vrtech bylo níže zachyceno skalní podloží R5 až R4.

- Cesta C14

Stará asfaltová cesta C14 (obr. 1 a 2) vede z ostré zatáčky pod hřbitovem ve Skuhrově úbočím svahu SZ-JV směrem pod kótou Skaličky (603 m n.m.) ve výšce 550-560 m n.m. pod lesem, přes Stránský háj až ke křižovatce U silnice sousedící s katastrálním územím Alšovice (náležící k obci Pěnčín). V linii cesty nejsou projektovány další objekty. Celý úsek se bude budovat v prostoru stávající staré asfaltové cesty (ostatní komunikace náležící obci Skuhrov- Huntířov).

V rámci této cesty byly uskutečněny tři vrty: S9 (1 m) a S10 (1,3 m) a S8 (1,5 m příl. 1). Vrty byla zastižena pod vrstvou navážek GT1 a GT3. Vrty S8 a S10 bylo pod eluviem GT3 zachyceno skalní podloží GT4 pevnostní třídy R4 – R3.

- Cesta C16

Převážně šotolinová cesta C16 (obr. 1 a 2) vede bočním údolím z křižovatky U silnice téměř kolmo na vrstevnice SV-JZ směrem, z kopce dolů, do obce Skuhrov s pomístními názvy Na kopci a Na stráni. Celý úsek se bude budovat v prostoru stávající šotolinové cesty (ostatní komunikace náležící obci Skuhrov- Huntířov).

V rámci této cesty byly uskutečněny čtyři vrty S8 (společný i pro cestu C14) a S5 (1,5 m) a S6 a S7 (1,0 m příl. 1). Vrtby byly pod vrstvou navážek popř. pod vrstvou humózní zeminy GT1 zastiženy svahoviny. Nižší vrty S6 až S8 zachyceno eluvium - GT3. Vrt S8, jak již bylo popsáno výše, bylo pod eluvium GT3 zachyceno i skalní podloží GT4 pevnostní třídy R4.

7.2.1 Základové poměry polních cest

Geologický průzkum polních cest byl proveden s využitím vrtných profilů 13 vrtů, z toho vrt S8 byl společný pro cesty C14 a C16. Pro geotechnický návrh je třeba postupovat podle 2. geotechnické kategorie ve smyslu ČSN EN 1997-1. Polní cesty budou založeny v **zeminách geotechnických typů GT1 (po jednom případě na GT2 a GT3)** a případně na konstrukčních vrstvách původní asfaltové komunikace. Zemní plán se předpokládá přibližně v hloubce 0,4 m pod stávajícím povrchem. Vrstva navážek, humózních zemin popř. ornice bude před stavbou komunikací odstraněna. Zeminy je potřeba upravit minimálně do hloubky 0,3-0,4 m pod plánovanou vozovkou.

V okolí vrtu S1 se hladina podzemní vody nachází 1,6 m pod terénem. V okolí vodoteče se může hladina podzemní vody nalézat mělčeji pod terénem. V takovém případě budou zeminy F5 ML měkké až tuhé konzistence (E_{def} 1,5-5 MPa). Pro tento případ se doporučuje tloušťka úpravy větší nebo rovna 0,5 m. Přítomné zeminy je potřeba upravit vápnem nebo cementem nebo je nahradit jiným vhodným typem zemin. Posouzení zastižených zemin o vhodnosti do násypů a do aktivní zóny je názorně uvedeno v tab. 7.

Tabulka 7: Posouzení zastižených zemin v pozemních komunikacích (podle ČSN 73 6133)

zemina	vhodnost do násypu	Vhodnost do aktivní zóny vozovky
F1 MG	podmínečně vhodná	podmínečně vhodná
F2 CG	podmínečně vhodná	podmínečně vhodná
F3 MS	podmínečně vhodná	podmínečně vhodná
F4 CS	podmínečně vhodná	podmínečně vhodná
F5 ML	podmínečně vhodná	nevhodná
F6 CL	podmínečně vhodná	nevhodná
S4 SM	podmínečně vhodná	podmínečně vhodná
G3 G-F	vhodná	vhodná
G4 GM	podmínečně vhodný	podmínečně vhodný
G5 GC	podmínečně vhodný	podmínečně vhodný

7.2.2 Podzemní voda a její účinky

Podzemní voda byla zastižena pouze vrt S1. Naražená a ustálená hladina podzemní vody ve vrtu je přehledně uvedena v tab. 8

Vrt S1 byl situován u bezejmenné vodoteče v údolí blízko Mukařova. Podzemní voda v okolí vrtu S1 je napjatá. Po ukončení vrtných prací nastoupala o 0,9 m do hloubky 1,6 m pod terénem. Vrt byl vyhlouben o několik metrů dál, než bylo projektováno (v korytě potoka), kde to nebylo z technických důvodů možné. V tomto úseku bude podzemní voda ovlivňovat stavbu propustky i konstrukci cesty, která povede napříč záplavovým územím potoka a údolím potoka.

Tabulka 8: Naražená a ustálená hladina podzemní vody ve vrtu S1 a agresivita podzemní vody na stavební konstrukce (dle ČSN EN 206 a ČSN 038375)

vrt	naražená hladina	ustálená hladina	zkouška dle ČSN EN 206 stupeň vlivu prostředí při chemickém působení	ČSN 03 8375 agresivita prostředí
S1	2,5 m	1,6 m	slabě agresivní chemické prostředí XA1	střední (II.)

Podle laboratorních zkoušek vytváří podzemní voda v místech vrtu S1 **slabě agresivní chemické prostředí (XA1)** z hlediska chemického působení vody na beton (ČSN EN 206-1) a **středně agresivní (II.)** z hlediska jejího chemického působení na ocel (ČSN 03 8375).

7.2.3 Zemní práce

Zeminy jsou těžitelné běžnými výkopovými mechanizmy (I. třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133, 3. třída podle bývalé ČSN 73 3050).

Ve vrtech S7, S8, S10 až S13 jsou horniny na bázi vrtů (od 0,8 m níže) těžitelné těžšími výkopovými mechanizmy (II. třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133, 4.-5. třída podle bývalé ČSN 73 3050).

Zeminy ve výkopech nesmí být vystaveny povětrnostním vlivům příliš dlouhou dobu. Hrozí vysychání nebo bobtnání jílovitých zemin a následně jejich znehodnocení. Stejně znehodnocení nastane při jejich zmrznutí. Vliv podzemní vody se předpokládá pouze u vrtu S1 a jeho okolí. Zde také bude podzemní voda ovlivňovat stavbu polní cesty.

7.3 Propustek a protierozní a ochranná opatření v okolí S1

Jedná se o terénní úpravy v okolí vrtu S1 na lokalitě U lávky. Úsek cesty dlouhý zhruba 35 m s propustkem pro vodoteč jde napříč údolím a záplavovou plochou bezejmenného potoka. Hloubka stavby (propustku) je uvažovaná max. do 2 - 2,5 m. Propustek a okolí musí být dostatečně upraveno i pro případ větších srážek, protože oba protilehlé svahy údolí jsou poměrně prudké a při dešťových srážkách dochází k rychlému vzestupu hladiny. Propustek a protierozní a ochranná opatření budou založeny v **zemínách geotechnických typů GT2**. Zastížené zeminy do této hloubky jsou většinou **dosti silně propustné až mírně propustné** a jejich udávaný filtrační součinitel je většinou v rozmezí 10^{-3} až 10^{-4} m.s⁻¹.

V oblasti, kde se nachází propustek a kde se bude muset provést protierozní opatření, byl odvrtný jeden vrt S1 o hloubce 3,0 m (příl. 2). Vrtným průzkumem byla zjištěna vrstva humózní zeminy, pod níž se nachází **štěrk jílovitý, ulehlý G5 GC (GT2)**. Ke statickému výpočtu je možné využít směrné normové charakteristiky zastížených zemin (tab. 3). Tabulkové výpočtové únosnosti R_{dt} (kPa) zemin a hornin při hloubce založení maximálně do 1,0 m a šířce základu 1 m jsou uvedeny v tabulce 6.

7.3.1 Základové poměry propustku a protierozních a ochranných opatření

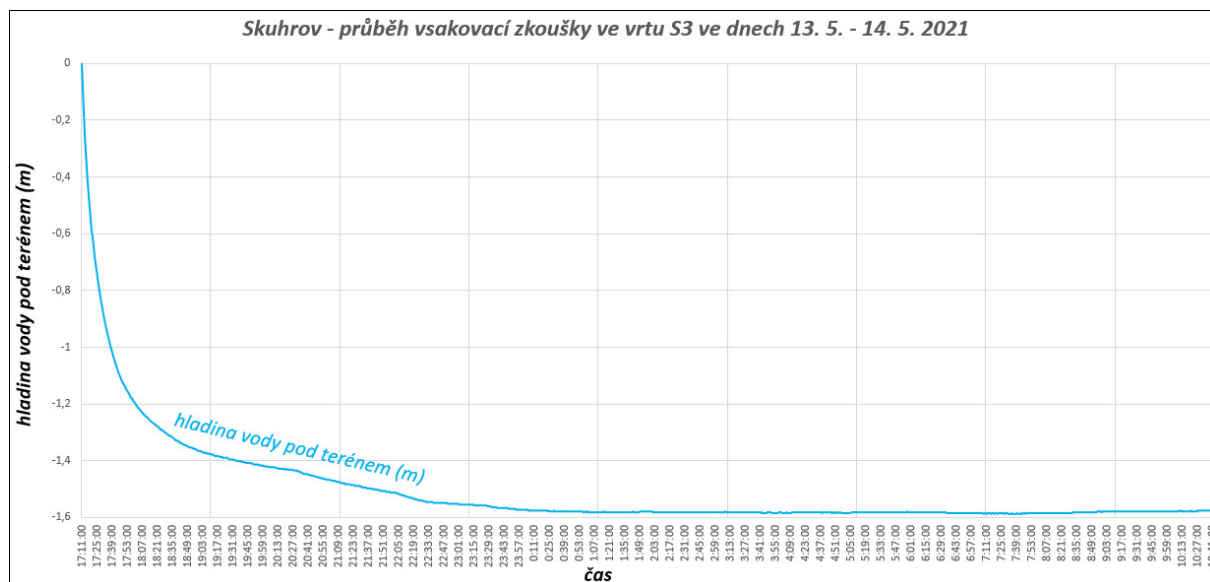
Geologický průzkum pro propustek a protierozní opatření byl proveden s využitím vrtného profilu vrtu. Pro geotechnický návrh je třeba postupovat podle 2. geotechnické kategorie ve smyslu ČSN EN 1997-1. Povrchová vrstva humózních zemin a navážek bude před stavbou propustku odstraněna. Případné ochranné příkopy budou založeny v **zemínách geotechnického typu GT2**. Zastížené zeminy jsou **dosti silně propustné až mírně propustné** a zároveň jsou **rozhrdávavé a hrozí zanášení stavby**. Z toho důvodu musí být provedena taková opatření, aby se tomu předešlo (např. zatravnění). Při výstavbě propustku se musí počítat s přejezdy pro lesní případně zemědělskou techniku. Propustek také nesmí výrazně snížit nebo přehradit průtok vody.

7.3.2 Vsakování srážkových vod

Ve vrtu S3 byla ve dnech 13. 5.-14. 5. 2021 provedena vsakovací zkouška. Vsakovací vrt byl vystrojen perforovanou plastovou pažnicí a opatřen automatickým snímačem hladiny vody. Poté byl vrt až po terén zalit vodou. Po skončení vsakovací zkoušky byl z vrtu vytažen snímač hladiny, kontrolně změřena hladina podzemní vody a odstraněna pažnice. Poté byl vrt likvidován záhozem.

Naměřená data byla převedena do tabulkového formátu a následně vynesena do grafu (obr. 3). Následně byl podle ČSN 75 9010 vypočten koeficient vsaku pro danou lokalitu. Vypočtený koeficient vsaku ve vrtu S3 je $k_v = 6,25 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Na základě zjištěného koeficientu je možné zařadit zastižené zeminy do IV. třídy propustnosti podle Jetela (1973). Zeminy jsou mírně propustné. Na základě výsledku vsakovací zkoušky je možné doporučit vsakování srážkových vod v okolí vrtu S3.

Graf na obr. 3 dokumentuje průběh vsakování. Po zalití došlo k rychlému vsáknutí ve vrtu S3 na úroveň 1,4 m (za 3 hodiny). Od úrovně 1,4 m, kde se již může jednat o zvětralé skalní podloží, se voda již vsakovala výrazně pomaleji. Celý objem vody se vsákl za 7 hodin. Na dně zůstalo méně než 5 cm bláta.



Obrázek 3: Průběh vsakovací zkoušky ve vrtu S3.

V okolí vrtu S3 jsou podmínky pro vsakování vhodné, zvláště od 1,0 do hloubky 1,4 m, kde jsou přítomny propustnější štěrky hlinité. Směr podzemní vody v mělké kolektoru je téměř jz. směrem k bezejmenné vodoteči, která je vzdálena 390 m. Výsledky vsaku jsou v souladu s očekávanými hodnotami pro štěrky hlinité a také s předpokladem, že vsakování je nejrychlejší v propustných zeminách s vyšším obsahem štěrků, písků, úlomků hornin a v eluviu podložních hornin. Srážková voda může být v daném místě vsakována.

Podél budoucí komunikace v terénu s velkým spádem je třeba terén ochránit před vodní erozí v případě velkých srážek. Ve zlomech terénu je potřeba zbudovat příkopy, které budou odvádět přebytečnou vodu mimo těleso komunikace. V případě příkopů je doporučena pravidelná kontrola a čištění od mechanických usazenin.

7.3.3 Zemní práce

Zeminy jsou těžitelné běžnými výkopovými mechanizmy (I. třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133, 3. třída podle bývalé ČSN 73 3050).

Zeminy ve výkopech nesmí být vystaveny povětrnostním vlivům příliš dlouhou dobu. Hrozí vysychání nebo bobtnání jílovitých zemín a následně jejich znehodnocení. Stejně znehodnocení nastane při jejich zmrznutí. Podzemní voda bude ovlivňovat stavbu propustku.

8. Závěr

Cesty

- Povrch je ve většině případů tvořen navážkami, případně humózní zeminou s příměsí drceného šterku (mocnost 0,1–0,7 m), která se musí před stavbou komunikace odstranit.
- Cesty budou založeny na mírně upravený terén v zeminách GT1 (a po jednom případě na GT2 a GT3).
- Zastižené zeminy jsou podmíněčně vhodné do aktivní zóny i násypu vozovek dle ČSN 73 6133. Zeminy je potřeba technologicky upravit nebo odstranit.
- Zeminy je potřeba upravit nebo nahradit přibližně v hloubce 0,5 m pod plánovanou vozovkou.
- Podzemní voda byla zastižena pouze vrtem S1. V jeho okolí a v blízkosti potoka bude podzemní voda ovlivňovat stavbu polní cesty.
- Podle laboratorních zkoušek vytváří podzemní voda v místech vrtu S1 **slabě agresivní chemické prostředí (XA1)** z hlediska chemického působení vody na beton (ČSN EN 206-1) a **středně agresivní (II.)** z hlediska jejího chemického působení na ocel (ČSN 03 8375).
- V okolí ostatních vrtů lze předpokládat, že podzemní voda nebude ovlivňovat stavbu polních cest.
- Na základě výsledku vsakovací zkoušky je možné doporučit vsakování srážkových vod na pozemcích v místě průzkumu v okolí vrtu S3. V klasifikaci dle Jetela (1973) se jedná o prostředí mírně propustné třídy IV.
- Vypočtený koeficient vsaku ve vrtu S3 je $k_v = 6,25 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- Jílovité zeminy jsou náchylné k působení povětrnostních vlivů – vysychání, bobtnání, namrzání.
- Všechny zastižené zeminy v rámci polních cest jsou těžitelné běžnými výkopovými mechanizmy (I. třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133, 3. třída podle bývalé ČSN 73 3050).
- Pouze v okolí vrtů S7, S8 a S10 až S13 ve skalním podloží (od hloubek 0,8 m) se jedná podle ČSN 73 6133 o II. třída rozpojitelnosti a těžitelnosti, podle bývalé ČSN 73 050 4.-5. třída těžitelnosti).
- V blízkosti plánovaných i stávajících polních cest nebyly zjištěny žádné vodní zdroje (studny, vrty a prameny), které by mohly být ovlivněny stavbou cest.

Propustek a protierozní a ochranná opatření v okolí S1

- Propustek bude založen v zeminách GT2.
- Jílovité zeminy jsou rozbředavé a budou způsobovat zanášení případných příkopů.
- Zeminy jsou náchylné k působení povětrnostních vlivů – vysychání, bobtnání, namrzání.
- Všechny zastižené zeminy v rámci propustku jsou těžitelné běžnými výkopovými mechanizmy (I. třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133, 3. třída podle bývalé ČSN 73 3050).
- Podzemní voda bude ovlivňovat stavební činnost.

- Podle laboratorních zkoušek vytváří podzemní voda v místech vrtu S1 ***slabě agresivní chemické prostředí (XA1)*** z hlediska chemického působení vody na beton (ČSN EN 206-1) a ***středně agresivní (II.)*** z hlediska jejího chemického působení na ocel (ČSN 03 8375).

V Jihlavě 30. 7. 2020

9. Seznam norem a podkladů

ČSN 73 1001 - Základová půda pod plošnými základy. ÚNM Praha 1987. (zrušená norma)

ČSN 73 3050 - Zemné práce. ÚNM Praha 1987. (zrušená norma)

ČSN 73 6126: Stavba vozovek. Nestmelené vrstvy.

ČSN 73 6133: Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací

ČSN 75 4200 Hydromeliorace – Úprava vodního režimu zemědělských půd odvodněním

ČSN 75 4210 Odvodňovací kanály

ČSN EN 1997-1: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla

ČSN EN 1997-2: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy

ČSN EN ISO 14688-1: Geotechnický průzkum a zkoušení - Pojmenování a zařizování zemin - Část 1: Pojmenování a popis

ČSN EN ISO 14688-2: Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin - Část 2: Zásady pro zařizování

ČSN EN ISO 14689-1: Geotechnický průzkum a zkoušení - Pojmenování a zařizování hornin - Část 1: Pojmenování a popis

TNV 75 4922 Údržba odvodňovacích zařízení

Kolektiv (2007): Atlas podnebí Česka. - Český hydrometeorologický ústav Praha, Univerzita Palackého v Olomouci.

Demek, J. et al. (1987): Zeměpisný lexikon ČSR - Hory a nížiny. - Academia Praha.

Quitt, E. (1971): Klimatické oblasti Československa. *Studia Geographica*, sv. 16. Brno. Geografický ústav ČSAV. 73 s.

TKP staveb pozemních komunikací. - Kapitola 4 - zemní práce. - Ministerstvo dopravy, Odbor silniční infrastruktury, 2009.

TP 170: Navrhování vozovek pozemních komunikací. - Ministerstvo dopravy ČR, 2004

TP 76: Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace. Část A - Zásady geotechnického průzkumu. Část B - Provádění geotechnického průzkumu. - Ministerstvo dopravy ČR, 2009.