

Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta
Ústav hydrogeologie, inženýrské geologie a užité geofyziky

Studijní program: Geologie
Studijní obor: Aplikovaná geologie



Bc. Petr Kupa

Inženýrskogeologické poměry v trase vybraných zářezových úseků dálnice
D7 mezi Prahou a Louny

Engineering geological conditions of selected route cuts on the D7
highway between Prague and Louny

Diplomová práce

Vedoucí práce: Mgr. Jiří Rout

Praha 2019

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 10.05.2019

.....

Podpis

Poděkování

Na prvním místě bych rád poděkoval svému vedoucímu Mgr. Jiřímu Routovi za jeho cenné rady, konzultace a trpělivost. Dále bych rád poděkoval Ing. Janu Černíkovi (ŘSD ČR) za poskytnuté podklady a firmě CHEMCOMEX, a.s. (divize geologie a sanace, ředitel divize RNDr. Pavel Špaček) za zapůjčení programu GeProDo. Největší poděkování náleží mé rodině za trvalou podporu po dobu mého studia.

Abstrakt

Inženýrskogeologické poměry vybraných zářezových úseků dálnice D7 mezi Prahou a Louny.

Cílem diplomové práce je zhodnotit inženýrskogeologické poměry vybraných zářezových úseků dálnice D7 a navazující silnice I. třídy I/7 na trase mezi Prahou a Louny, resp. mezi silničními km 9 a 49. V zářezových úsecích liniových staveb se v důsledku mnoha vlivů vyskytují významné inženýrskogeologické jevy, které v mnoha případech komplikují údržbu a nepříznivě ovlivňují provoz na komunikaci.

V rámci práce byla provedena archivních rešerše mapových, geologických, projektových a elektronických podkladů, na jejímž základě byla zpracována obecná charakteristika zájmového území. Byly popsány geomorfologické, geologické a hydrogeologické poměry, včetně ovlivnění území historickou báňskou činností, svahovými deformacemi i antropogenní činností. Průběžně byla prováděna terénní rekognoskace a geologická dokumentace zářezových úseků včetně dostupných výchozů. Byl zpracován obecný popis jednotlivých zářezových úseků a podrobná inženýrskogeologická dokumentace vybraných úseků, která zahrnuje také zpracování charakteristických inženýrskogeologických řezů.

Výsledky diplomové práce je možné dále využít při optimalizaci návrhu zářezových úseků v obdobných poměrech, pro návrh sanačních opatření a v některých případech také jako podklad pro rozšíření zářezových úseků v rámci transformace silnice I. třídy na dálnici D7.

Abstract

Engineering geological conditions of selected road cuts of the D7 highway between Prague and Louny.

The aim of the thesis is to evaluate the engineering geological conditions of selected cut sections of the D7 highway and the continuing road I/7 on the track between Prague and Louny, respectively between road kilometers 9 and 49. Due to many influences, there are significant engineering geological phenomena occurring in the line sections of line constructions, which in many cases have an adverse effect on the maintenance of road and traffic. In the framework of this thesis archive research of geological map, project and electronic materials were done, on the basis of which the general characteristics of the territory of interest were processed. Geomorphological, geological and hydrogeological conditions were described, influenced by historical mining, slope deformations and anthropogenic activity were included. Field reconnaissance and geological documentation of cut sections including available outcrops were continuously conducted. General description of individual cut sections and detailed engineering geological documentation of selected sections was elaborated. Documentation also includes the processing of characteristic engineering geological sections. The results of the diploma thesis could be further used for the optimisation of cut sections in similar areas, proposal of remediation measures and in some cases also as a basis for the extension of cut sections within the transformation of the first class road to the D7 highway.

Obsah

1. Úvod	1
2. Metodika	3
3. Dosavadní prozkoumanost.....	4
3.1. Geologické průzkumy.....	4
3.2. Tištěné mapové podklady	5
3.3. Mapové aplikace ČGS.....	7
4. Obecná charakteristika trasy Buštěhrad – Louny, s. km 9,0 – 49,0	8
4.1. Obecný popis trasy.....	8
4.2. Geomorfologické poměry	9
4.3. Geologické poměry	11
4.4. Hydrologické a hydrogeologické poměry.....	17
4.5. Poddolování a ložisková území	21
4.6. Svahové deformace.....	23
4.7. Chráněná území	23
5. Obecná charakteristika zářezových úseků	24
5.1. Zářezový úsek Stehelčevy, s. km 10,5 – 11,0.....	24
5.2. Zářezový úsek Brandýsek, s. km 13,3 – 14,0.....	24
5.3. Zářezový úsek Knovíz, s. km 14,5 – 15,5	24
5.4. Zářezový úsek Jemníky s. km 18,3 – 18,6.....	25
5.5. Zářezový úsek Netovice, s. km 19,0 – 19,5	25
5.6. Zářezový úsek Těhule, s. km 20,0 – 20,7.....	25
5.7. Zářezový úsek Kvíc, s. km 21,5 – 22,5	25
5.8. Zářezový úsek Slaný-křížení, s. km \approx 24,0	26
5.9. Zářezový úsek Třebíz, s. km 30,9 – 31,6.....	26
5.10. Zářezový úsek Panenský Týnec, s. km 36,0 – 37,0	27
5.11. Zářezový úsek Sulec, s. km 39,0 – 40,0	27
5.12. Zářezový úsek Louny-prům. zóna, s. km 45,0 – 46,0	27
5.13. Zářezový úsek Louny-vodojem, s. km 47,0 – 48,0.....	27
5.14. Zářezový úsek Louny-křížení, s. km 48,5 – 49,0	28
6. Svahové deformace v zářezových úsecích	29
6.1. Zářhy a mělké svahové deformace	29
6.2. Sesuvy.....	30
6.3. Skalní řízení	35
7. Podrobné IG poměry vybraných zářezových úseků	36
7.1. Zářezový úsek Brandýsek, s. km 13,3 – 14,0.....	36
7.2. Zářezový úsek Knovíz, s. km 14,5 – 15,5	41
7.3. Zářezový úsek Louny-prům. zóna, s. km 45,0 – 46,0	45
7.4. Zářezový úsek Louny-křížení, s. km 48,5 – 49,0	50
8. Závěr.....	54
9. Literatura a zdroje	55
10. Přílohy	60

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Nejvýznamnější geologické průzkumy v zájmovém území (zejména s ohledem na zářezové úseky).	4
Tabulka č. 2: Využití mapové podklady zájmového území.	6
Tabulka č. 3: Geomorfologické členění zájmové trasy.....	9
Tabulka č. 4: Hydrologické členění zájmové trasy	18
Tabulka č. 5: Poddolovaná území v zájmové trase	22
Tabulka č. 6: Ložisková území v zájmové trase	22

Seznam obrázků

Obr. č. 1: Příklad mělké svahové deformace v zářezovém úseku Stehelčeves.	30
Obr. č. 2: Sesuv v zářezovém úseku Brandýsek.	31
Obr. č. 3: Sesuv v zářezovém úseku Slaný-křížení.	32
Obr. č. 4: Sesuv v zářezovém úseku Knovíz.....	32
Obr. č. 5: Místo sesuvu v zářezovém úseku Třebíz.	33
Obr. č. 6: Místo archivní svahové deformace v zářezovém úseku Louny-prům. zóna.....	33
Obr. č. 7: Sesuv S1 v zářezovém úseku Louny-křížení.....	34
Obr. č. 8: Opadávání úlomků a bloků ze stěny charakteru skalního říčení v zářezovém úseku Knovíz.	35
Obr. č. 9: Situace zářezu Brandýsek v měřítku 1 : 6 000 s lokalizací dokumentačních bodů, archivního vrtu a polohou geologického řezu.....	36
Obr. č. 10: Úvodní část sv. svahu zářezového úseku Brandýsek po dokončení sanačních prací.	40
Obr. č. 11: Situace zářezu Knovíz v měřítku 1 : 6 000 s lokalizací dokumentačních bodů, archivních vrtů a polohou geologického řezu.	41
Obr. č. 12: Koncová část sv. svahu zářezového úseku Knovíz po dokončení sanačních prací. ...	44
Obr. č. 13: Situace zářezu Louny-prům. zóna v měřítku 1 : 6 000 s lokalizací dokumentačních bodů, archivních vrtů a polohou geologického řezu.....	45
Obr. č. 14: Sesouvání sprašového pokryvu v zářezovém úseku Louny-prům. zóna.	48
Obr. č. 15: Zárubní stěna v jižním svahu zářezu Louny-prům. zóna (místo průběhu tektonického porušení).	48
Obr. č. 16: Situace zářezu Louny-prům. zóna v měřítku 1 : 6 000 s lokalizací dokumentačních bodů, archivního vrtu a polohou geologického řezu.	50
Obr. č. 17: Sesuv S2 v zářezovém úseku Louny-křížení.....	52
Obr. č. 18: Sesuv S3 v zářezovém úseku Louny-křížení.....	53

1. Úvod

Diplomová práce je zaměřena na zhodnocení inženýrskogeologických poměrů vybraných zářezových úseků dálnice D7 a navazující silnice I/7. Hluboké zářezové úseky liniových staveb jsou vzhledem k přímému a trvalému odkryvu zastiženého horninového masivu náročné na inženýrskogeologický průzkum i optimální návrh úpravy svahů. Inženýrskogeologický průzkum musí zohlednit jak základové poměry budoucí stavby, tak chování a změnu vlastností zářezem odkrytých hornin či zemin v dlouhodobém časovém horizontu.

V zářezových úsecích liniových staveb se často vyskytuje řada svahových deformací, jejichž výskyt představuje přirozené chování horninového masivu a pokryvných útvarů v závislosti na zvětrání a klimatických vlivech. Rozsah těchto svahových pohybů je od nejmenších zátrhů, přes opadávání kamenů z obnažených stěn až po sesuvy středních měřítek. Jejich výskyt lze vysvětlit několika způsoby. Jedním z nich je možnost zanedbání inženýrskogeologického průzkumu či nerespektování jeho závěrů a chybné navržení sklonu svahů nebo jejich nedostatečná ochrana (Záruba et Mencl, 1987).

Cílem práce je zhodnocení inženýrskogeologických poměrů vybraných zářezových úseků dálnice D7 a navazující silnice 1. třídy I/7 v úseku dálničních/silničních km (s. km) 9,0 – 49,0, jejich podrobná inženýrskogeologická charakteristika a zhodnocení realizovaných úprav sklonů zářezových svahů a realizovaných údržbových a sanačních prací.

V rámci práce byla nejprve zpracována podrobná archivní rešerše zaměřená na geomorfologické, geologické a hydrogeologické poměry zájmového území, jakož i rozsah historického poddolování, svahové deformace a vymezená ložisková území.

V průběhu tvorby práce byla postupně prováděna terénní rekognoskace celkem 14 zářezových úseků a geologická dokumentace dostupných výchozů. Následně byly vybrány celkem čtyři zářezové úseky, pro které byla zpracována podrobná inženýrskogeologická dokumentace a byly vytvořeny charakteristické inženýrskogeologické řezy.

Částečně byly dokumentovány sanační práce probíhající v době vlastních terénních prací ve dvou zářezových úsecích. V jejich průběhu došlo v každém zářezu ke svahovým deformacím, které byly v rámci možností zdokumentovány.

Zhodnocení inženýrskogeologických poměrů je důležité nejen z hlediska provádění stavby, ale také pro údržbu po celou životnost stavby, včetně sanací svahových pohybů, které se vzhledem k celkové složitosti poměrů vyskytují poměrně často (Záruba et Mencl, 1987).

2. Metodika

V průběhu tvorby práce byla nejprve provedena podrobná rešerše geologických a mapových podkladů, zejména z archivu ČGS-Geofondu, na jejímž základě byla vypracována kapitola 4. Obecná charakteristika trasy. Na archivní rešerši plynule navazovala terénní rekognoskace zářezových úseků včetně dokumentace dostupných výchozů a dalších, z hlediska inženýrské geologie významných jevů. Po zhodnocení veškerých podkladů byly vybrány celkem čtyři zářezové úseky, které byly dále zpracovány ve formě podrobné inženýrskogeologické dokumentace. Pro každý vybraný zářez byla provedena inženýrskogeologická charakteristika, byly vymezeny jednotlivé inženýrskogeologické typy (geotypy, GT) a byly zpracovány charakteristické inženýrskogeologické řezy. Nakonec byly zhodnoceny stávající úpravy svahů a s přihlédnutím na zjištěné skutečnosti byly navrženy možné příklady řešení. V průběhu tvorby práce byly dokumentovány probíhající sanační práce ve dvou zářezových úsecích, k nimž byla následně po komunikaci s Ředitelstvím silnic a dálnic ČR získána projektová dokumentace včetně předcházejícího inženýrskogeologického průzkumu.

Sběr terénních dat probíhal v rozmezí jaro 2017 – podzim 2018, k mapové interpretaci dat byl využit software QGIS v2.18 (freeware, <https://qgis.org/>), pro tvorbu charakteristických řezů byli využity programy GeProDo (zapůjčeno firmou CHEMCOMEX, a.s., divize geologie a sanace) a AutoCAD 2014 (studentská licence, <https://www.autodesk.cz/>).

3. Dosavadní prozkoumanost

Z regionálního měřítka náleží zájmové území do oblasti s velmi dobrou prozkoumaností a popisem geologických poměrů. Obecné geologické poměry České republiky popsal v poslední době Chlupáč et al. (2011), geologické poměry české křídové pánve jsou popsány např. Malkovským et al. (1974) či nověji Herčíkem et al. (1999). Geologie kladensko-rakovnické pánve je podrobně popsána Opluštilem (in Kurial et al., 2006) a Peškem et Sivkem (2012).

Hydrogeologické poměry zájmového území jsou součástí publikace Hynieho (1961) a zejména pak Krásného et al. (2012). Dosavadní hydrogeologickou rajonizaci provedl a publikoval Olmer et al. (2006).

Vlastnímu zájmovému úseku trasy se přímo věnují geologické průzkumy uvedené v následující kapitole 3.1., kapitoly 3.2. a 3.3. pak uvádí přehled využitých mapových podkladů.

3.1. Geologické průzkumy

Inženýrskogeologické poměry takřka v celé linii zájmového území byly předmětem mnoha průzkumů. Nejvýznamnější z nich uvádí následující tabulka č. 1. Veškeré využití průzkumy jsou součástí přehledu literatury, který je součástí kapitoly 9.

Tabulka č. 1: Nejvýznamnější geologické průzkumy v zájmovém území (zejména s ohledem na zářezové úseky).

Autor	Název	Organizace	Rok	Sig. ČGS Geofond
Golka, F.	Stehelčeves – Brandýsek. Přeložka silnice I/7, závěrečná zpráva	Geologický průzkum, n. p. Ostrava	1979	GF P026907
Habrnl, L. et al.	Podrobný inženýrskogeologický průzkum silnice I/7 v úseku Brandýsek – Knovíz	Projektový ústav dopravních a inženýrských staveb	1981	GF P035050
Sušický, Z.	Slaný-obchvat St.3a. Zpráva o výsledcích geologickoprůzkumných prací	Stavební geologie, n. p.	1990	GF P070118
Hauser, J.	Inženýrsko-geologický průzkum pro akci Slaný – obchvat st. III.b	GEOSTAR spol. s r. o.	1992	GF P075568

Autor	Název	Organizace	Rok	Sig. ČGS Geofond
Sýkora, J.	Zpráva o inženýrskogeologickém průzkumu. Úkol: Slaný-obchvat, stavba II	GEOAKTIV, v.o.s.	1995	GF P086521
Čelák, J.	Silnice I/7 Sulec-obchvat. Podrobný geotechnický a pedologický průzkum. Závěrečná zpráva	GeoTec-GS, a.s.	2004	GF P111455
Lešner, J.	Zkapacitnění silnice I/7 Slaný – hranice střeďočeského kraje	SUDOP PRAHA a.s.	2007	GF P120362
Plšková, M. et Šmejkalová, T.	Závěrečná zpráva – R7 Panenský Týnec – zkapacitnění obchvatu. Podrobný geotechnický průzkum pro DSP.	ARCADIS CZ a.s., divize Geotechnika	2014	GF P149456
Vosáhlová, J. et al.	R7 Louny, zkapacitnění obchvatu. Podrobný geotechnický průzkum. Závěrečná zpráva	AZ Consult, spol. s r.o.	2009	GF P152743

3.2. Tištěné mapové podklady

Vzhledem k liniové povaze je zájmové území zobrazeno na mnoha mapových podkladech. Pro danou problematiku jsou významné zejména geologické a účelové mapy vydávané Ústředním ústavem geologickým, následně Českým geologickým ústavem a nejnověji Českou geologickou službou. Z hlediska topografie jsou významné mapy středních měřítek vydávané Českým úřadem geodetickým a kartografickým (dnes Český úřad zeměměřický a katastrální). Nelze opomenout značnou důležitost historických map, zejména map stabilního katastru a 3. vojenského mapování.

Velkého významu v posledních letech nabyly mapy leteckého snímkování (ortofotomapy) a digitálního modelu reliéfu 5. generace. Vzhledem k velkému rozlišení a dobré dostupnosti jsou dnes jedním z výchozích podkladů pro IG průzkum.

Inženýrskogeologicky významné a pro zpracování práce využitě geologické mapové podklady zobrazující zájmové území (ať již jako celek či jen část) jsou přehledně uvedeny v následující tabulce č. 2.

Tabulka č. 2: Využité mapové podklady zájmového území.

Název	Klad/list	Měřítko	Autor	Vydal	Rok
Geologická mapa České republiky		1 : 500 000	Cháb, J. et al.	ČGÚ	2007
Geologická mapa ČR. Mapa předčvrtohorních útvarů	Praha	1 : 200 000	Horný, R. et al.	ÚÚG	1996
	Teplice-Annaberg-Bucholz	1 : 200 000	Zoubek, V. et al.	ÚÚG	1996
Geologická mapa ČSR	12-12 Louny	1 : 50 000	Tyráček, J.	ÚÚG	1991
	12-21 Kralupy nad Vltavou	1 : 50 000	Vejlupek, M.	ÚÚG	1988
	12-23 Kladno	1 : 50 000	Vejlupek, M.	ÚÚG	1988
Hydrogeologická mapa ČR	12-12 Louny	1 : 50 000	Kačura, G.	ČGÚ	1992
Hydrogeologická mapa ČSR	12-21 Kralupy nad Vltavou	1 : 50 000	Mentlík, T. et Burda, J.	ČGÚ	1988
	12-23 Kladno	1 : 50 000	Kratochvíl, A.	ČGÚ	1989
Mapa inženýrskogeologického rajonování ČR	12-21 Kralupy nad Vltavou	1 : 50 000	Lochman, Z.	ČGÚ	1991
	12-23 Kladno	1 : 50 000	Pospíšil, J. et Bičík, M.	ÚÚG	1991
Základní geologická mapa ČSFR	12-232 Buštěhrad	1 : 25 000	Mašek, J.	ČGÚ	1995
Průvodní zpráva k urbanisticko-geologickému výzkumu městské oblasti Louny		1 : 5 000	Urbánek, L.	Ústav stavební geologie	1958
Průvodní zpráva k urbanistickogeologickému výzkumu městské oblasti Buštěhradu		1 : 5 000	Krátká, J.	Geologický průzkum Praha	1962
Průvodní zpráva k inženýrsko-geologické mapě oblasti města Slaný		1 : 5 000	Horad, V.	Stavební geologie, n. p.	1968

3.3. Mapové aplikace ČGS

Významné mapové podklady představují mapové aplikace vydávané Českou geologickou službou a online dostupné na webových stránkách. Ve většině případů pokrývají celé území České republiky a zahrnují jak původní mapová díla či statistická data, tak i aplikovaná data ve formě výsledků geologických průzkumů. Jejich prohlížení online je dostupné z webových stránek <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapove-aplikace>.

V rámci tvorby diplomové práce byly využity mapové aplikace *Geovědní mapy 1 : 50 000*, *Geologická mapa 1 : 25 000*, *Hydrogeologická rajonizace*, *Surovinový informační systém (SurIS)*, *Důlní díla a poddolovaná území*, *Svahové nestability* a *Vrtná prozkoumanost*.

4. Obecná charakteristika trasy Buštěhrad – Louny, s. km 9,0 – 49,0

4.1. Obecný popis trasy

Popisovaný úsek trasy začíná dálničním km 9,0 v sv. části k. ú. Buštěhrad. Odtud postupuje mělkým zářezem k SSZ, mezi obcemi Stehelčevy a Dřetovice dvěma mostními objekty přechází nejprve Dřetovický potok a následně silnici II/101, za níž přechází do zářezu a stáčí se k SZ. Před dálničním km 12,0 (k. ú. Dřetovice) trasa podchází železniční trať č. 093 Kladno – Kralupy nad Vltavou. Následně trasa překonává mostním objektem Týnecký potok, za nímž je již vedena v násypu, za dálničním km 13,0 přechází silnici č. III/10142 a přechází do hlubokého zářezu, v němž je vedena cca 1 km. Hloubka zářezu postupně klesá a mezi km 14,0 a 14,5 násypem přechází Třebusický potok. Následně opět trasa přechází do zářezu, jehož hloubka postupně roste až na 15 m. Trasa dále pokračuje místy velmi vysokým násypem k SZ, před obcí Knovíz přechází do mělkého zářezu a mezi km 16,0 a 16,5 poměrně dlouhým mostním objektem překonává údolí Knovízského potoka a stáčí se k Z až ZJZ. Pokračuje krátkým zářezovým úsekem a severně od obce Jemníky na km 17,5 podchází silnici III/00724. Zde je zároveň ukončen souvislý dálniční úsek, trasa dále pokračuje jako silnice první třídy I/7. Poměrně široce obchází město Slaný, zprvu je ponejvíce vedena v úrovni terénu a v zářezu, před obcí Kvíc se postupně začíná stáčet směrem k S, překonává mostním objektem nejprve silnici II/118 a následně široké údolí Šternberského potoka včetně části obce Kvíc. Za ní je trasa dále vedena zpočátku hlubokým zářezem, na který před s. km 23,0 plynule navazuje přemostění Červeného potoka na katastru obce Studněves. Následuje mělký zářezový úsek a krátký úsek vedený v násypu. Na s. km 24,0 se v zářezu nachází mimoúrovňové křížení se silnicí I/16. Následně se trasa pozvolna stáčí k SSZ, je vedena v násypu, jehož součástí je mostní objekt přes Byseňský potok. Dále je trasa vedena mělkým zářezem, následně přechází do úrovně terénu a stáčí se k SZ. Těsně za s. km 26,0 násypem překonává údolí Lotoušského potoka a pokračuje dále v úrovni okolního terénu. Prochází obcí Lotouš-Písek, jižně od obce Kutrovice přechází do násypu, na s. km 28,5 dlouhým mostním objektem překonává Bakovský potok a silnici č. III/23717. Trasa dále pokračuje zářezovým úsekem, u obce Třebíz přechází do úrovně terénu a stáčí se

k Z. Před s. km 31,0 krátkým násypem přechází Dřínovský potok, následně přechází do zářezového úseku a stáčí se ZSZ. Následuje přemostění Zlonického (Bílichovského) potoka a silnice III/23733. Trasa pokračuje v úrovni terénu a mělkým zářezem směrem k hranici mezi Středočeským a Ústeckým krajem, kterou přetíná přibližně v s. km 34,5. Trasa je dále vedena několika mělkými zářezy, které se střídají s nevysokými násypy, za s. km 35,0 násypem přechází Žerotínský potok, mírně se uklání k ZSZ, vytváří obchvat obce Panenský Týnec (vedený v zářezu) a poté se opět stáčí k SZ. Následuje obchvat obce Sulec (opět v zářezu), který danou obci obchází z JZ, je vystavěn jako dálniční úsek, provozován je však jen jako silnice 1. třídy. Trasa je následně vedena nízkým násypem nebo v úrovni terénu k SZ, před obcí Chlumčany přechází do zářezu, křižuje železniční trať č. 110 Kralupy nad Vltavou – Louny, následně je vedena v úrovni terénu a v obci Chlumčany přemostňuje nejprve Smolnický potok, následně železniční trať č. 110 a před s. km 44,0 Cítolibský potok. Posléze se trasa stáčí k ZSZ a vytváří jižní obchvat města Louny, který je veden postupně ve třech zářezových úsecích. Za s. km 46,0 podchází silnici II/229, mezi s. km 48,0 a 49,0 trasa mostním objektem přechází železniční trať č. 126 Most – Rakovník. Zájmový úsek zakončuje zářezové křížení se silnicí I/28 na s. km 49,0.

Přehledná situace zájmového území je zobrazena v příloze č. 2.

4.2. Geomorfologické poměry

Geomorfologické poměry jsou vzhledem k liniové povaze území značně proměnné. Celé území náleží dle Zeměpisného lexikonu ČR provincii Česká vysočina (Demek et al., 2006). Nižší komplexy jsou přehledně zobrazeny v následující tabulce č. 3 a jejich charakteristika je uvedena níže.

Tabulka č. 3: Geomorfologické členění zájmové trasy.

soustavy	podsoustavy	celky	podcelky	okrsky
Poberounská soustava	Brdská oblast	Pražská plošina	Kladenská tabule	<i>Hostivická tabule</i>
				<i>Slánská tabule</i>
Česká tabule	Středočeská tabule	Dolnooharská tabule	Řípská tabule	<i>Perucká tabule</i>
				Hazmburská tabule
			<i>Lounská pahorkatina</i>	

Hranice mezi soustavami Poberounská soustava a Česká tabule je v zájmovém území tvořena údolím Byseňského potoka, jenž je silnicí I/7 překonáván mezi silničními km 25,0 a 26,0 na katastrálním území Slaný.

Hostivická tabule leží v jihozápadní části podcelku Kladenská tabule a jedná se o členitou pahorkatinu, ve které je vymodelován erozně denudační reliéf s plošinami neogenního stáří. Geologický podklad tvoří nejčastěji jílovce, spongility, pískovce a slepence křídového stáří (stupeň cenoman – spodní turon), dále břidlice, pískovce, droby a křemence paleozoika Barrandienu a také břidlice a droby s vložkami buližníků (silicitů) a spilitů svrchnoproterozoického stáří. Síť vodních toků je založena epigeneticky (bez ohledu na geologické struktury (Petránek et al., 2016)), ve východní části se vyskytují hluboce zaříznutá údolí do křídového podloží. Celý okrsek náleží k povodí Vltavy. Místy se vyskytují plošiny, strukturní hřbety či suky a pokryvy spraší či sprašových hlín (Demek et al., 2006).

Zájmové území trasy prochází okrskem Hostivická tabule pouze v úvodní části trasy, v ssz. cípu okrsku, hranicí mezi okrsky Hostivická tabule a Slánská tabule je Dřetovický potok, který trasa přechází mezi obcemi Stehelčevy a Dřetovice, s. km \approx 11,5.

Slánská tabule vytváří severozápadní část podcelku Kladenská tabule. Jde o členitou pahorkatinu, která je tvořena erozně denudačním reliéfem, místy se zbytky neogenních zarovnaných povrchů. Geologický podklad je tvořen křídovými jílovci, spongility, pískovci a slepenci (stupeň cenoman – spodní turon), dále jílovci, arkózami a pískovci permokarbonské pánve, ojediněle se vyskytují také neovulkanity neogenního stáří (Slánská hora, Vinařická hora). Údolí vodních toků jsou zaříznuta až do křídového podloží, místy se vyskytují sprašové pokryvy (Demek et al., 2006).

Zájmové území trasy prochází okrskem v generelním směru JV-SZ, hranici s okrskem Perucká tabule tvoří Byseňský potok, který trasa přechází na sz. okraji k. ú. Slaný, s. km \approx 25,7.

Perucká tabule je členitá pahorkatina, zaujímá střední a jz. část podcelku Řípská tabule. Geologický podklad tvoří křídové pískovce (stupeň cenoman), písčité slínovce a spongility (spodní turon) a permokarbonské jílovce, prachovce a pískovce. Reliéf je erozně denudační, s rozsáhlými strukturními plošinami, v jižní části (v povodí

Bakovského potoka) je vytvořen destruovaný povrch, který je charakterizován opukovými plošinami, širokými rozvodními hřbety, rozevřenými údolími a erozními kotlinami. Celý okrsek je z větší části pokryt sprašovými akumulacemi (Demek et al., 2006).

Zájmové území trasy prochází okrskem v jeho západní části ve směru JV-SZ, hranice s okrskem Smolnická stupňovina je tvořen strukturním stupněm, který trasa překonává u obce Sulec, s. km \approx 39,5.

Smolnická stupňovina je jižní částí podcelku Hazmburská tabule. Jedná se o členitou pahorkatinu s výraznou kernou stavbou. Rozsáhlé strukturně denudační plošiny jsou omezovány přímočarými svahy, které jsou vázány na zlomové linie ve směru JZ-SV. Skalní podloží tvoří výhradně horniny křídového stáří, převažují spodnoturonské písčité slínovce nad cenomanskými pískovci a slepenci. Celé území okrsku stupňovitě klesá k SV, jen ojediněle je porušeno údolními zářezy. Zčásti je překryté sprašovými akumulacemi. (Demek et al., 2006).

Trasa tímto okrskem prochází ve směru JV-SZ, hranici přibližně tvoří údolí Smolnického potoka, které trasa překonává u obce Chlumčany, s. km \approx 43,8.

Lounská pahorkatina je členitá pahorkatina v jihozápadní části podcelku Hazmburská tabule. Tvoří charakteristický kerný reliéf s tektonicky podmíněnými strukturně denudačními hřbety vyvinutými ve směru SV-JZ a s údolími směrově vázanými na hlavní tektonické struktury. Skalní podklad je tvořen horninami křídového stáří. Jedná se o pískovce (stupeň cenoman), písčité slínovce a spongility (spodní turon) a slínovce (střední turon). Ojediněle se vyskytují proniky neogenních neovulkanických hornin, které vytvářejí charakteristické suky. Povrch reliéfu je místy překryt sprašovými závějemi (Demek et al., 2006).

Trasa Lounskou pahorkatinou prochází v její severní části, ve směru VJV-ZSZ.

4.3. Geologické poměry

Dle regionálně geologického členění Českého masivu (Chlupáč et Štorch, 1992) náleží zájmové území trasy do středočeské oblasti mladšího paleozoika, která je na mnoha místech překryta sedimenty české křídové pánve.

Z hlediska stratigrafie se v linii zájmového území vyskytují horniny neoproterozoika, mladšího paleozoika, mesozoika a pokryvné útvary kenozoika. Horniny neoproterozoika se vyskytují pouze v úvodní části zájmového území v izolovaných výskytech v místech úplné eroze mesozoických a paleozoických hornin.

Horniny paleozoického stáří jsou v zájmovém území trasy nejčastěji vázány na erozní údolí vodních toků. V místech elevací jsou překryty horninami mesozoika, které pak v území mezi s. km 34,5 – 49,0 již zcela převládají a tvoří souvislý skalní podklad.

Přehledně je geologická stavba území zobrazena v příloze č. 4.

4.3.1. Neoproterozoikum

Z neoproterozoických hornin se v zájmovém území vyskytují horniny kralupsko-zbraslavské skupiny. Jedná se o komplex mírně metamorfovaných hornin (původně uloženin turbiditních proudů (Chlupáč et al. 2011)) s převahou fylitizovaných drob, které v omezené míře doplňují vložky prachovců a břidlic. Droby jsou ve zdravém stavu nejčastěji černé, jemnozrné, vrstevnaté až lavicovité. Základní hmotu tvoří zejména vulkanický materiál, do něž vlivem metamorfózy přecházejí klastické úlomky. Břidlice a prachovce v převažujících drobách vytvářejí poměrně hojné vložky (Mašek et al., 1990). Tyto horniny jsou dle geologické mapy ČR (Česká geologická služba (ČGS), Geovědní mapy 1 : 50 000) vázány pouze na místa úplné eroze mesozoických a paleozoických hornin v údolích některých vodních toků, vyskytují se v s. km 9,0 – 10,5 a dále v úzkém pásu probíhajícími mezi s. km 12,3 – 12,5. V zářezových úsecích zájmové trasy nebyly zastíženy.

4.3.2. Mladší paleozoikum

Paleozoické horniny jsou v zájmovém území zastoupeny výhradně sedimenty kladensko-rakovnické pánve, která je v linii zájmového území budována kladenským, týneckým, slánským a líňským souvrstvím. Stáří těchto hornin spadá mezi stupně bolsov (westphal C) a stephan C (– autun) (Pešek et Sivek, 2012), tj. 315 – 290 Ma.

Kladenské souvrství je zastoupeno komplexem sedimentů radnických a nýřanských vrstev, jejichž pestré horninové složení (jílovce, prachovce, pískovce, arkózy a slepence) je doplněno výskytem uhelných slojí, které jsou vyvinuty v mocnostech od několika

desítek cm až po 12 – 14 m (Chlupáč et al., 2011). Barva všech zastoupených hornin obvykle bývá šedá (odtud starší název – spodní šedé souvrství). V zájmovém území se vyskytují v okolí obce Brandýsek, v linii zájmové trasy vystupují jako skalní podklad mezi s. km 10,5 – 13,0 (ČGS, Geovědní mapy 1 : 50 000).

Týnecké souvrství tvoří zpravidla říční a jezerní sedimenty (prachovce, pískovce a arkózy s polohami slepenců) (Chlupáč et al., 2011). Typickým znakem souvrství (zejména jemnozrnných hornin) je tmavě červené až pestré zbarvení a absence uhelných slojí – ojedinělé výskyty jsou pouze lokální a nepříliš mocné (Horný et al., 1963).

V linii zájmové trasy se horniny týneckého souvrství nevyskytují.

Slánské souvrství je tvořeno zejména jílovci, prachovci, arkózami a pískovci a dle lokálních litologických poměrů je dále děleno na další tři až šest dílčích jednotek (Pešek et Sivek, 2012; Opluštil in Kurial et al., 2006). Charakteristickým znakem je opětovné šedé monotónní zbarvení hornin a výskyt uhelných slojí (Pešek et Sivek, 2012).

V zájmové trase vystupují tyto horniny zejména mezi s. km 15,5 až 24,0, kde se místy střídají s horninami mesozoika (ČGS, Geovědní mapy 1 : 50 000).

Líňské souvrství je nejmladší jednotkou kladensko-rakovnické pánve. Z hornin převládají červené jílovce a prachovce s charakteristickými zelenými skvrnami, které je odlišují od analogických sedimentárních hornin (např. týneckého souvrství) (Pešek et Sivek, 2012). Až na výjimky toto souvrství neobsahuje uhelné sloje (Opluštil in Kurial et al., 2006).

Horniny líňského souvrství vystupují v zájmovém území mezi s. km 24,0 až 35,0. Ojediněle jsou překryty horninami mesozoika (ČGS, Geovědní mapy 1 : 50 000).

Kladensko-rakovnická pánev je poměrně významně postižena tektonickými poruchami. Generelní úklon vrstev je k S až SV pod úhlem 5 – 10 stupňů. Na morfologickém vývoji pánve se významně podílejí poklesové systémy SZ-JV směru. Tyto systémy, často průběžné na několikakilometrové vzdálenosti, mají úklon ± 75 stupňů a jejich celková výška může dosáhnout i více než 120 m (Opluštil in Kurial et al., 2006). Vznik většiny těchto zlomů je svázán se saxonskou tektonikou, zpravidla porušují i křídové sedimenty, u některých však bylo zjištěno předkřídové stáří (Horný et al., 1963).

4.3.3. Mesozoikum

Výskyt hornin mesozoického stáří, konkrétně svrchnokřídového útvaru české křídové pánve, je v zájmovém území převládající. Česká křídová pánev je v zájmovém území vyvinuta převážně ve vltavo-berounském vývoji, v okolí města Louny pak již v oháreckém vývoji. V zájmové trase jsou zastoupena souvrství perucko-korycanské, bělohorské, jizerské a teplické, stářím odpovídají stupňům cenoman a turon (101 – 90 Ma).

Česká křídová pánev je nejrozsáhlejší sedimentární pánví v ČR. Její celkový rozsah činí 14 600 km² a na severu přesahuje i hranice ČR směrem do Německa. V období cenomanu (101 – 94 Ma) se změnila povaha sedimentace z původní sladkovodní na mořskou, což bylo způsobeno postupnou transgresí vodní hladiny (Chlupáč et al., 2011). Komplex křídových hornin je v zájmovém území subhorizontálně uložený, místy s velmi mírným sklonem, převážně k SZ.

Perucko-korycanské souvrství je v zájmovém území charakteristické neklidnou sedimentací peruckých vrstev na bázi, kde se nepravidelně střídají cykly slepenců-pískovců-prachovců a jílovců. Na perucké vrstvy následně nasedají vrstvy korycanské, které jsou nejčastěji zastoupeny polohami vrstevnatých kaolinických světle šedých až rezavých pískovců, které jsou doplněny jemnozrnnými slepenci a ve vyšších sledech také prachovci (ČGS, Geovědní mapy 1 : 50 000).

Bělohorské souvrství zastupují jílovce a typické písčité prachovce až slínovce (opuky) (Chlupáč et al., 2011). Jde nejčastěji o žlutavé či žlutošedé horniny rozpadající se podle více či méně pravidelné sítě diskontinuit.

Nadložní jizerské souvrství je zastoupeno převážně vápnitými jílovcí až slínovci (Chlupáč et al., 2011). V zájmovém území jsou převážně šedé až černošedé barvy.

Teplické souvrství se v zájmovém území dle mapových podkladů (ČGS, Geovědní mapy 1 : 50 000) vyskytuje pouze v ojedinělém výskytu cca mezi s. km 45,0 – 46,5. Archivními vrtnými pracemi ani terénní rekonoskací ovšem nebylo zastiženo.

Sedimenty české křídové pánve jsou postiženy relativně četnými tektonickými strukturami. V zájmovém území je nejvíce postižena oblast v okolí Loun, která již náleží

pooháreckému zlomovému pásmu. Tyto zlomy v generelním směru JZ-SV již souvisejí s hlavní tektonickou linií krušnohorského zlomu.

4.3.4. Kvartérní pokryv

Vzhledem k kliniovému charakteru se v zájmového území vyskytuje mnoho z forem kvartérních uloženin definovaných Chlupáčem et al. (2011) – deluviální (svahové), eolické (váté), fluviální a deluviofluviální (splachové). Z hlediska plošného rozsahu jsou nejrozšířenější deluviální a eolické. Nezřídka jsou popisovány také formy smíšené (např. deluvioeolické), či naopak geneticky neodlišené.

V okolí staveb a v blízkosti využívaných území se vyskytují také formy antropogenních uloženin – nejčastěji se jedná o násypy zemního tělesa a nehomogenní navážky.

4.3.4.1. Deluviální uloženiny

Deluviální uloženiny v zájmové trase jsou nejednotného složení, jejich charakter je obvykle dán geologickou stavbou předkvartérního podkladu. Vznikají různými genetickými (pověětšinou gravitačními) procesy, velmi variabilní jsou vzdálenosti přemístěných hmot, řádově od jednotek metrů až po stovky metrů. Svahoviny vzniklé v období interglaciálů a v holocénu jsou často hrubě klastické až balvanité, charakteru zahliněných sutí (Chlupáč et al., 2011).

Deluvia vznikající na paleozoických a mesozoických horninách silně odrážejí jejich litologické složení – na pískovcích a slepencích jsou obvykle charakteru více či méně zahliněných písků až silně písčitých hlín s proměnlivým obsahem úlomků podložních hornin. Naopak deluviální sedimenty, jejichž základem jsou prachovce, jílovce či slínovce, jsou téměř výhradně charakteru jílu a hlín, proměnlivě písčitých, místy s úlomky podložních hornin.

V zájmovém území se deluvia vyskytují převážně v mocnostech několika málo metrů.

4.3.4.2. Eolické uloženiny

Eolické sedimenty jsou významným druhem kvartérního pokryvu (Chlupáč et al., 2011), nejinak je tomu i v zájmové trase. Jejich vznik je datován do období glaciálů a je vázán na transportní schopnost větru. Obecně jsou rozlišovány tři druhy eolických sedimentů

– spraše, sprašové hlíny a naváté písky. Mineralogické složení zrn odpovídá křemenu, živcům a slídám, v případě spraší je v rozsahu 10 – 20 % zastoupen také CaCO_3 . Velikost zrn je v případě spraší a sprašových hlín 0,01 – 0,05 mm, v případě vátých písků 0,1 – 0,5 mm (Chlupáč et al., 2011).

V zájmovém území se vyskytují prakticky výhradně spraše a sprašové hlíny, a to v mocných komplexech (místy až 15 m). Zpravidla obsahují vápnitou příměs¹, místy i vápnité konkrece a částečně opracované úlomky hornin. Nejčastěji jsou popisovány jako jílovitopísčité hlíny až jíly s nízkou plasticitou, tuhé až pevné konzistence.

Charakteristickým znakem spraší je jejich vysoká pórovitost a většinou významný obsah uhličitanu vápenatého ve formě bělavých žilek (pseudomycélií) či vápnitých konkrecí (septárií a cicvárů). Při prosycení vodou může docházet k jejich prosednutí. Spraše a sprašové hlíny jsou současně namrzavé a rozbídné. Jejich pórovitost závisí na jejich stáří (Záruba et Mencl, 1974).

V zářezových úsecích se velmi často vyskytují jako pokryvné útvary křídových hornin.

4.3.4.3. Fluviální a deluviofluviální uloženiny

Jedná se o sedimenty tekoucích vod a občasných vodních toků, velikost zrn vzhledem k proměnné dynamice toků pokrývá škálu od jemných částic až po velmi hrubé částice (< 0,002 mm až > 200 mm dle ČSN 73 6133). Generelně je lze rozdělit na starší hrubozrnné sedimenty a mladší jemnozrnné náplavy. Typickým znakem hrubozrnných sedimentů je vysoký stupeň opracování valounů vlivem fluviálního transportu. Na větších tocích pak v průběhu kvartéru vznikly systémy terasových stupňů, kdy se při postupném zahlubování vodních toků sedimenty ukládaly v erozních stupních. Významným typem fluviálních sedimentů jsou tzv. nivní hlíny (někdy též povodňové hlíny, náplavy) (Chlupáč et al., 2011). Vznikají při vyšších stavech a povodních v údolních nivách, kde zpravidla překrývají písčité a štěrkovité sedimenty nejmladších terasových stupňů (Záruba et Mencl, 1974).

¹ V archivních pracích jsou často pojmy spraš a sprašová hlína zaměňovány, případně nejsou odlišeny obsahem CaCO_3 , ale dle jiných kritérií. Např. Lešner (2007) a Hruška (2016) popisují sprašové hlíny jako krátce přeplavené spraše s písčitou příměsí a subhorizontální laminací, Záruba et Mencl (1954) popisují sprašové hlíny jako odvápněné a částečně přemístěné spraše.

V zájmovém území se fluviální a deluviofluviální sedimenty vyskytují v okolí malých vodních toků, kde vyplňují mělká údolí. Nejčastěji se vyskytují náplavy charakteru jílu (místa písčitéch), jílovitých až jílovitopísčitých hlín či jílovitých a hlinitých písků (ojediněle se štěrky). Místy je přítomna také organická příměs. Pouze na bázi výplně údolních niv jsou často dokumentovány hrubší, písčitoštěrkovité uloženiny nevýrazných mocností.

Méně často se v zájmovém území vyskytují terasové písky či štěrkopísky, jedná se zejména o výskyt pozůstatků říční terasy u Loun. Tyto sedimenty náleží vodnímu toku, který zřejmě předcházela dnešní Ohři, či se jednalo o její přítok, směřující pravděpodobně k SV (Hlušík, 1998a, b).

V údolí některých toků dosahují fluviální sedimenty značných mocností, Čelák (1986) uvádí v údolí Zichoveckého potoka až 7 m, Sušický (1990) uvádí v okolí Šternberského potoka mocnost 5 až 9 m, Hauser (1992) uvádí v okolí Červeného potoka mocnost až 12 m.

4.3.4.4. Antropogenní uloženiny

Uloženiny spjaté s činností člověka dnes pokrývají podstatnou část zemského povrchu. Nejčastějším důsledkem antropogenní činnosti jsou navážky, uloženiny vzniklé nejčastěji přepracováním materiálu jak přírodního, tak i čistě antropogenního původu. Velmi často jsou více či méně heterogenní.

Výskyt v zájmovém území je vázán především na vlastní těleso pozemní komunikace, dále pak na okolí zastavěných území, budování komunikací, těžbu nerostných surovin a v neposlední řadě na zpeňování polních cest (Hruška, 2016). Jejich mocnost kolísá od několika dm až po více než 6 m (Plšková et Šmejkalová, 2014).

4.4. Hydrologické a hydrogeologické poměry

4.4.1. Hydrologické poměry

Zájmové území je odvodňováno takřka výhradně malými vodními toky s průtokem kolísajícím v závislosti na aktuálních dešťových srážkách a plochou povodí nejčastěji do 15 km². Jedinou výjimku tvoří vodní tok Ohře, jejíž povodí částečně odvodňuje závěrečnou část zájmového území v okolí města Louny. Většina vodních toků, které trasa

křížuje, má vymezena záplavová území pro Q_5 , Q_{20} a mnohdy i Q_{100} . Jelikož jsou tato záplavová území vázána výlučně na údolní nivy daných vodních toků, nezasahují do žádného zářezového úseku a nemají ně žádný vliv (VÚV TGM, v. v. i., Mapa VH a ochrana vod).

Zájmová trasa náleží do povodí Labe, rozdělení do nižších řádů je uvedeno v tabulce č. 4 (VÚV TGM, v. v. i., Mapa VH a ochrana vod).

Tabulka č. 4: Hydrologické členění zájmové trasy

Dílčí povodí	Povodí 3. řádu	Povodí 4. řádu	
		Název toku	č. hydrologického pořadí
Dolní Vltavy	Vltava od Rokytky po ústí	Buštěhradský potok	1-12-02-0290
		Dřetovický potok	1-12-02-0310
		Týnecký potok	1-12-02-0330
		Třebusický potok	1-12-02-0340
		Knovízský potok	1-12-02-0430
		Bakovský potok	1-12-02-0510
		Byseňský potok	1-12-02-0520
		Lotoušský potok	1-12-02-0530
		Zlonický potok	1-12-02-0560
		Zichovecký potok	1-12-02-0570
		Zlonický potok	1-12-02-0580
		Žerotínský potok	1-12-02-0590
		Žerotínský potok	1-12-02-0610
		Úherecký potok	1-12-02-0620
		Skalský potok	1-12-02-0640
		Dřínovský potok	1-12-02-0670
		Červený potok	1-12-02-0720
		Šternberský potok	1-12-02-0770
Červený potok	1-12-02-0780		
Ohře, Dolního Labe a ostatních přítoků Labe	Ohře od Chomutovky po ústí	Ohře	1-13-04-0050
		Černčická strouha	1-13-04-0080
		Smolnický potok	1-13-04-0140
		Vlčí potok	1-13-04-0150
		Cítolibský potok	1-13-04-0170
		Débeřský potok	1-13-04-0260

4.4.2. Hydrogeologická rajonizace zájmového území

Dle hydrogeologické rajonizace (Olmer et al., 2006) zájmová trasa prochází celkem třemi rajony základní vrstvy. Jedná se o rajon č. 5140 – Kladenská pánev, č. 4530 – Roudnická křída a č. 4540 – Ohárecká křída.

Rajon č. 5140 Kladenská pánev je rozšířen v sedimentech mladšího paleozoika – permokarbonu. Propustnost tohoto prostředí je charakterizována jako průlino-puklinová, koeficient transmisivity se pohybuje nejčastěji mezi 0,0001 a 0,001 m²/s (Olmer et al., 2006). V přípovrchové zóně se nejčastěji vyskytují vody chemického typu Ca(-Mg)-HCO₃ s celkovou mineralizací 0,1 – 1,3 g/l. S hloubkou roste celková mineralizace vod a dochází ke změnám chemického typu (Krásný et al., 2012).

Rajon č. 4530 Roudnická křída je v zájmové trase zastoupen pouze mezi staničením km 38,0 a 43,0. Je tvořen horninami svrchní křída, konkrétně převážně horninami bělohorského souvrství (spodní turon). Obecně se rajon vyznačuje průlino-puklinovou propustností a koeficientem transmisivity vyšším než 0,001 m²/s. Převažujícím chemickým typem podzemních vod je typ Ca-Mg-HCO₃-SO₄, celková mineralizace se pohybuje v rozsahu 0,3 až 1 g/l (Olmer et al., 2006).

Rajon č. 4540 Ohárecká křída je vyvinut v prachovcích bělohorského souvrství (spodní turon). Je charakterizován průlino-puklinovou propustností, koeficientem transmisivity v rozmezí 0,0001 až 0,001 m²/s a převážně napjatou hladinou podzemní vody. Celková mineralizace je většinou vyšší než 1 g/l, převažují podzemní vody chemického typu Ca-Na-HCO₃ (Olmer et al., 2006).

4.4.3. Hydrogeologické poměry v zájmovém území

Hydrogeologické poměry zájmového území jsou úzce spjaty s poměry geologickými a geomorfologickými. Obecně lze ve všech typech hornin vymezit celkem tři vertikální zóny, které jsou primárně odlišeny svými rozdílnými hydrogeologickými vlastnostmi.

Svrchní zvětralinová zóna je složena z pokryvných kvartérních útvarů a eluviálním zvětralinovým pláštěm podložních hornin, její mocnost je obvykle v řádu jednotek metrů, ve výjimečných případech však až několik desítek metrů. V této zóně zcela převládá průlino-puklinová propustnost. Koeficient hydraulické vodivosti je výrazně variabilní v závislosti na charakteru zemin (Krásný et al. 2012).

Střední puklinová zóna je zóna již zcela tvořená horninami s převážně pravidelným systémem puklin, jejich otevření je obvykle závislé na hloubce i vlastní litologii. Mocnost této zóny je silně proměnlivá, v závislosti na litologii horniny se pohybuje od několika desítek až po sto metrů (Krásný et al. 2012).

Spodní masivní zóna je budována spojitým masivem horniny, který je ojediněle doplněn o pukliny, které však mohou být spojitě a vytvářet systémy, jejichž dosah může být velmi hluboký a rozsáhlý, proudění podzemní vody v této zóně může dle Krásného et al. (2012) dosahovat až globálního měřítka.

4.4.3.1. Hydrogeologické poměry proterozoika

Ze všech zastížených geologických jednotek jsou horniny proterozoika obecně uváděny jako nejchudší na oběh podzemní vody. Obecně se jedná o velmi kompaktní horniny s malým množstvím puklinových systémů i samostatných diskontinuit. Téměř dokonale zpevněné břidlice a droby vykazují takřka nulovou průlinovou propustnost a jejich velmi nízká hustota diskontinuit spolu s obvykle nepropustnou výplní puklin nevytváří prostředí vhodné pro významnější zvodnění. Výjimku tvoří pukliny spjaté s nejmladší tektonikou, které však tvoří jen málo vydatné oběhy podzemních vod. Výskyt vody v proterozoiku je tak vázán především na (obvykle jen několik metrů mocnou) svrchní zvětralinovou a rozvolněnou zónu, její vydatnost i tak silně kolísá a pohybuje se v řádu maximálně desetin l/s (Hynie, 1961).

4.4.3.2. Hydrogeologické poměry paleozoika

Pro hydrogeologické poměry paleozoických hornin v zájmovém území je zcela určující jejich pánevní charakter. Horniny charakteru pískovců a slepenců zde plní klasickou funkci kolektorů, prachovce a jílovce představují hydraulické izolátory. Zásadním parametrem kladensko-rakovnické pánve je poměrně značná míra tektonického porušení, díky němuž se i v horizontálním směru často střídají polohy s odlišnou propustností. K celkové propustnosti ve svrchních polohách přispívá stejným dílem průlinová i puklinová porozita, s hloubkou se celková propustnost snižuje, zvyšuje se však vliv průlinové porozity (Hynie, 1961).

Výrazným činitelem v kladensko-rakovnické pánvi je historická důlní činnost, která významně ovlivnila hydrogeologické poměry ve svém okolí. Hornickou činností bylo uměle vytvořeno extrémně propustné prostředí a dlouhodobým čerpáním či odváděním podzemních vod z důlních prostor byla snížena hladina podzemní vody na značnou vzdálenost (Krásný et al., 2012).

4.4.3.3. Hydrogeologické poměry mesozoika

V rámci české křídové pánve bylo vymezeno několik systémů litostratigrafického členění. V současnosti je používáno rozdělení na čtyři základní kolektory převážně podle litostratigrafických jednotek, avšak s přihlédnutím na hydrogeologickou polohu jednotlivých kolektorů. Jednotlivé kolektory jsou označovány jako bazální křídový kolektor, spodní křídový kolektor, střední (hlavní) křídový kolektor a svrchní křídový kolektor (Krásný et al. 2012).

Zejména svrchní křídový kolektor je určujícím pro hydrogeologické poměry zájmového území. Vedle nejvyšších křídových souvrství je tak totiž označována také přípovrchová zóna zvětrání a rozpuštění hornin. Ta zpravidla sleduje povrch terénu, její mocnost se obvykle pohybuje v řádu prvních desítek metrů, propustnost je přímo závislá na zrnitostním složení (Krásný et al., 2012). Hydrogeologické poměry zářezových úseků jsou téměř výhradně kontrolovány touto zónou zvětrání, zpravidla plní drenážní funkci.

4.5. Poddolování a ložisková území v zájmovém území

4.5.1. Poddolování

Vzhledem k permokarbonské uhelné sedimentaci je zájmové území (zejména v okolí měst Kladna a Slaného) poměrně hojně postiženo historickou hornickou činností. Výhradní dobývanou surovinou bylo černé uhlí kladensko-rakovnické pánve. S maximální mocností 1440 m představuje pravděpodobně nejmocnější pánev středních a západních Čech. Dobývání bylo vázáno zejména na kladenské (dříve také „spodní šedé“) souvrství a slánské („svrchní šedé“) souvrství (Hončík in Kurial et al., 2006).

Zájmová trasa je postižena poddolováním zejména u obce Brandýsek, v okolí obcí Knovíz, Jemníky a Netovice, v území mezi obcemi Studeněves a městem Slaný, možné ovlivnění lze očekávat také mezi obcemi Kvílce a Kutrovice (Hončík in Kurial et al., 2006).

Následující tabulka č. 5 uvádí seznam poddolovaných území evidovaných Českou geologickou službou (ČGS, Důlní díla a poddolovaná území).

Tabulka č. 5: Poddolovaná území v zájmové trase

Název	ID ČGS (klíč)	Surovina	Stáří poddolování	Střet s D7 a I/7 na k. ú.
Dřetovice	1995	Černé uhlí	Před i po r. 1945	Dřetovice, Stehelčeves
Brandýsek-Michal	1981	Černé uhlí	Před r. 1945	Brandýsek, Dřetovice, Třebusice
Brandýsek-Třebusice	1970	Černé uhlí	Před r. 1945	Brandýsek
Brandýsek-Olišany	1949	Černé uhlí	Před r. 1945	Brandýsek
Jemníky	1898	Černé uhlí	Před r. 1945	Netovice
Studeněves	1845	Černé uhlí	Do 19. století	Kvíc, Studeněves
Slaný 4	5529	Černé uhlí	Neznámé	Slaný

Vzhledem k zaměření se tato práce problematice poddolování více nevěnuje. Pro detailní zjištění rozsahu poddolování v evidovaných úsecích a jejich možnému vlivu na povrch terénu by bylo nutno zpracovat báňský posudek, jehož součástí by bylo i zařazení staveniště do skupiny stavenišť na poddolovaném území dle platné normy ČSN 73 0039 *Navrhování objektů na poddolovaném území*.

4.5.2. Ložisková území

Zájmová trasa prochází celkem čtyřmi chráněnými ložiskovými územími (CHLÚ) a třemi výhradními ložisky (ČGS, surovinový informační systém).

Základní údaje o ložiskových územích a výhradních ložiscích jsou zobrazeny v následující tabulce č. 6 (ČGS, Důlní díla a poddolovaná území).

Tabulka č. 6: Ložisková území v zájmové trase

Název CHLÚ	ID CHLÚ	Výhradní ložisko	ID výhradního ložiska	Surovina	Střet s D7 a I/7 na k. ú.
Dubí	07320000	Dubí	3073200	Černé uhlí	Brandýsek, Dřetovice, Stehelčeves, Třebusice
Slaný	16070000	Slaný	3160700	Černé uhlí	Kvíc, Studeněves, Slaný, Trpoměchy, Byseň, Lotouš, Kutrovice
Slaný I.	16070001				
Zeměchy	11160000	Zeměchy 2	3111600	Cementářské suroviny, stavební kámen	Cítoliby, Louny

Poddolovaná a ložisková území v zájmové trase jsou zobrazena v příloze č. 3.

4.6. Svahové deformace

Vzhledem ke geologické stavbě je zájmové území poměrně náchylné na vznik svahových deformací. Liniové komunikační stavby v prostředí permokarbonských a křídových hornin jsou ohroženy svahovými pohyby a je proto nutné věnovat zvýšenou pozornost jejich projektování a provádění, neboť valná většina svahových deformací je důsledkem podcenění vlastností geologického prostředí (Matula et Pašek, 1986). V zájmové trase jsou dle mapové aplikace ČGS *Svahové nestability* evidovány pouze 2 svahové deformace, vyvinuté v zářezových úsecích. V rámci terénní dokumentace však bylo popsáno hned několik svahových deformací, výlučně vázaných na zářezové úseky. Jejich problematice je věnována kapitola 6.

4.7. Chráněná území

V zájmovém území trasy se nenacházejí žádná velkoplošně ani maloplošně chráněná území, trasa neprochází žádnou evropsky významnou lokalitou ani ptačí oblastí.

5. Obecná charakteristika zářezových úseků

V průběhu přípravných prací byly vytipovány významné zářezové úseky v trase mezi s. km 9,0 a 49,0. Pro zjednodušení byl každý zářezový úsek pojmenován. V rámci terénních prací byla prováděna rekognoskace jednotlivých zářezů, geologická dokumentace dostupných odkryvů a výchozů a fotodokumentace. Takto bylo zdokumentováno celkem 14 zářezových úseků. K podrobné IG dokumentaci byly vybrány celkem čtyři zářezové úseky.

Soupis dokumentačních bodů je uveden v příloze č. 1.

Podrobná situace zájmového území včetně lokalizace dokumentačních bodů je zobrazena v příloze č. 5.

5.1. Zářezový úsek Stehelčeves, s. km 10,5 – 11,0

Zářezový úsek hluboký až 10 m prochází mocnou polohou sprašových a deluviálních hlín s travním vegetačním krytem. Vzhledem k výšce zářezu jsou svahy po obou stranách silnice rozděleny do dvou etáží, které jsou oddělené lavicí o šířce 2,8 m. Sklon jednotlivých etáží je 1 : 2. V rámci terénních prací byly v zářezu dokumentovány svahové deformace ve formě zátrhů a plošných sesuvů malého rozsahu (viz dokumentační body DB-9 a DB-10), výška odlučné hrany dosahovala maximálně 0,3 m.

5.2. Zářezový úsek Brandýsek, s. km 13,3 – 14,0

Mohutný zářezový úsek (v úvodní části hluboký až 17 m) procházející křídovými horninami s travním a keřovým vegetačním krytem. Svahy jsou rozděleny do dvou etáží, sklon svrchní etáže je 1 : 1,25, sklon spodní etáže je 1 : 1. V rámci dokumentačního bodu DB-8 byly změřeny tři systémy diskontinuit. V období tvorby práce byly v tomto zářezu dokumentovány sanační práce pro zajištění části sv. svahu zářezu (směr Praha). Taktéž byl v zářezu zdokumentován sesuv, vzniklý po odkrytí svahu při sanačních pracích. Podrobná IG dokumentace zářezu je obsahem kapitoly 7.1.

5.3. Zářezový úsek Knovíz, s. km 14,5 – 15,5

Zářez hluboký až 15 m, procházející křídovými horninami s travním a z části keřovým vegetačním krytem. Svahy zářezu jsou rozděleny do 2 etáží se shodným sklonem 1 : 1,25.

V některých pasážích je sklon svrchní etáže vyšší v důsledku blokovitého rozpadu hornin. Na třech dokumentačních bodech bylo provedeno měření puklinových systémů. V konečném úseku zářezu byl jihozápadní svah sanován. Opět byl v průběhu sanačních prací zdokumentován sesuv. Podrobná IG dokumentace zářezu je obsahem kapitoly 7.2.

5.4. Zářezový úsek Jemníky s. km 18,3 – 18,6

Zářez hluboký maximálně 7 m, prochází křídovými jílovcí bělohorského souvrství s travním a keřovým vegetačním krytem. Dokumentačním bodem DB-15 byla dokumentována mělká svahová deformace ve formě sesuvu vegetačního krytu zářezu, v jejíž odlučné části byla provedena mělká kopaná sonda.

5.5. Zářezový úsek Netovice, s. km 19,0 – 19,5

Zářez hluboký maximálně 7 m odkrývající křídové horniny s převážně keřovým vegetačním krytem. V jižním svahu dokumentováno sanační opatření ve formě šterkových žeber a rozdělení svahu na dvě etáže. Pro nedostatek přirozených odkryvů a výchozů byla provedena mělká kopaná sonda (DB-31) v místě mělké svahové deformace, odkrývající šedé rozpadavé prachovce. V zářezu byl dokumentován četný výskyt mělkých svahových deformací ve formě sesouvání humózní vrstvy.

5.6. Zářezový úsek Těhule, s. km 20,0 – 20,7

Zářezový úsek hluboký maximálně 8 m prochází křídovými sedimenty. V zářezu nebyl nalezen horninový výchoz pro vytvoření dokumentačního bodu, v sutí byly dokumentovány úlomky opuky a hrubozrnného pískovce. Svahy jsou vybudovány jako jednoetážové, sklon se pohybuje mezi 1 : 1,2 a 1 : 1,4. Vegetační kryt je travní a keřový. Mezi s. km 21,7 a 21,8 byla provedena sanace svahu sypaným kamenivem.

5.7. Zářezový úsek Kvíc, s. km 21,5 – 22,5

Zářezový úsek o výšce maximálně 10 m s travním vegetačním krytem. Prochází křídovými horninami převážně charakteru masivních pískovců až slepenců, okrajově též horninami permokarbonu charakteru tmavě šedých až fialovošedých prachovců. Charakter hornin dokumentovaných v rámci DB-11 umožnil změřeni dvou systémů diskontinuit. Svahy jsou převážně upraveny ve sklonu 1 : 2, díky pevným křídovým

horninám není na několika místech sklon svahů souvislý. V zářezovém úseku nebyly dokumentovány žádné významné inženýrskogeologické jevy.

5.8. Zářezový úsek Slaný-křížení, s. km \approx 24,0

Mimoúrovňové křížení silnic I/7 a I/16 probíhající v maximálně 8 m hlubokém zářezu. Vegetační kryt je travní a keřový, zářez probíhá v křídových horninách s kvartéřním pokryvem v podobě spraší a sprašových hlín, ve kterých byla dokumentována svahová deformace v podobě sesuvu frontálního tvaru. Sklon svahu v místě svahové deformace je 1 : 2. V těsné blízkosti sesuvu byla provedena mělká kopaná sonda (DB-16) za účelem zjištění podloží svahové deformace. Pod polohou spraší byl zjištěn černošedý slídnatý jílovec s vložkami jemnozrnného písku. V ostatních dokumentačních bodech byl dokumentován jemnozrnný až střednězrnný pískovec. Na rozhraní spraší a jílovců dochází v období zvýšených srážek k výronu vody, což má negativní vliv na stabilitu svahu.

5.9. Zářezový úsek Třebíz, s. km 30,9 – 31,6

Jedná se o dva krátké zářezy, které odděluje velmi mělká deprese. Vzhledem ke shodným geologickým poměrům a nedostatku horninových výchozů byly tyto dokumentovány jako jeden zářezový úsek. Jedná se o zářezový úsek o výšce maximálně 8 m procházející horninami permokarbonského stáří. Pro nedostatek přirozených odkryvů byla provedena mělká kopaná sonda (DB-20), která odkryla červenošedý prachovitý pískovec, rozpadající se na jílovitopísčité eluvium, v okolním kvartéřním pokryvu byly dokumentovány úlomky narůžovělého střednězrnného slídnatého pískovce.

V zářezovém úseku je popsána archivní svahová deformace ve formě plošného sesuvu (Rybář et Novotný, 2003). Místo sesuvu bylo následně sanováno a byla zde vybudována přítěžovací lavice z armokošů. Podrobněji je svahová deformace charakterizována v kapitole 6.

5.10. Zářezový úsek Panenský Týnec, s. km 36,0 – 37,0

Silniční obchvat obce Panenský Týnec částečně probíhá také v až 8 m hlubokém zářezu, který odkrývá křídové horniny bělohorského souvrství charakteru světle žlutošedých až bělavě šedých velmi pevných opuk, které jsou částečně rozpukané. Byli dokumentovány dva výchozy těchto opuk, zářez však odkrývá souvislou polohu těchto hornin téměř v celé délce. Vzhledem k povaze hornin dochází v zářezu pouze k drobným opadům úlomků.

5.11. Zářezový úsek Sulec, s. km 39,0 – 40,0

Obchvat obce Sulec, vybudovaný již jako dálniční úsek, je ve své střední části veden v zářezu hlubokém až 10 m. Svahy zářezu jsou rozděleny do dvou etáží, které jsou odděleny lavicí. Zářez odkrývá křídové horniny charakteru šedých jemnozrnných až střednězrnných pískovců, které byly dokumentovány dokumentačním bodem DB-29. Na mnoha místech je zářez vysypán kamenivem, v blízkosti stožáru vysokého napětí byl svah zářezu zajištěn opěrnou stěnou z armokošů.

5.12. Zářezový úsek Louny-prům. zóna, s. km 45,0 – 46,0

Úvodní část silničního obchvatu města Louny je vedena v zářezu, který je až 13 m hluboký a prochází křídovými horninami a sprašovým kvartérním pokryvem. Zářezem prochází tektonická porucha ve směru JZ-SV. Svahy jsou vybudovány jako dvouetážové s lavicí, na mnoha místech jsou opevněny armokoši či obsypány kamenivem. V sv. svahu zářezu (směr Praha) byla dokumentována plošně rozsáhlá mělce založená svahová deformace. Zářez je rozšířen pro případ budoucí zkapacitnění silnice na dálniční úsek. Podrobná IG dokumentace zářezu je obsahem kapitoly 7.3.

5.13. Zářezový úsek Louny-vodojem, s. km 47,0 – 48,0

Střední část obchvatu, zářez hluboký až 12 m procházející velmi pevnými křídovými horninami charakteru světle šedých prachovců až vápenců, které se blokovitě rozpadají podle sítě diskontinuit. Svahy jsou dvouetážové, oddělené lavicí, sklon svrchní etáže je 1 : 2, sklon spodní etáže 1 : 1,5. Byl dokumentován výchoz velmi pevného prachovce až

vápence se dvěma puklinovými systémy (DB-26). Zářez je již rozšířen pro případ zkapacitnění silnice na dálniční úsek.

5.14. Zářezový úsek Louny-křížení, s. km 48,5 – 49,0

Závěrečný úsek obchvatu města Louny s mimoúrovňovým křížením se silnicí I/28. Hloubka zářezu dosahuje maximálně 11 m, svahy jsou budovány jako jednoetážové. Zářez prochází křídovými horninami a pokryvnými útvary ve formě fluviálních sedimentů. V severním svahu byly dokumentovány tři rozsáhlé svahové deformace. Podrobná IG dokumentace zářezu je obsahem kapitoly 7.4.

6. Svahové deformace v zářezových úsecích

V České republice se ustálila kategorizace svahových jevů podle publikace *Dělení svahových pohybů* (Nemčok et al., 1974) na ploužení, sesouvání, stékání a řícení. Při překročení stability svahu dojde vlivem gravitačních sil ke svahovému pohybu, jehož důsledkem je svahová deformace.

V trase zájmové komunikace se svahové deformace na přirozených svazích nevyskytují, vznikají však na současných i nově budovaných svazích zářezových úseků.

Výstavbou zářezových úseků dochází k trvalému odkrytí podložních zemin a hornin. Je tedy nutné zohlednit jak jejich stabilitu v přirozeném stavu, tak i jejich odolnost vůči zvětrávání a změnu jejich vlastností v čase, a vhodným návrhem sklonu svahů předejít svahovým deformacím (Záruba et Mencl, 1974). Svahy zářezů jsou budovány jako trvalé, pro jejich projektování je vedle řádného IG průzkumu nutná také terénní rekognoskace širšího území, která může odhalit starší svahové jevy. Jejich výskyt má zásadní vliv na stanovení zeminových parametrů, vstupujících následně do statických výpočtů (Atkinson, 2007).

V zářezových úsecích zájmové trasy bylo v průběhu terénní rekognoskace zjištěno množství svahových deformací. Pro přehlednost byly rozděleny do třech kategorií – zátrhy a mělké svahové deformace; sesuvy; skalní řícení.

6.1. Zátrhy a mělké svahové deformace

V zářezových úsecích trasy bylo dokumentováno velké množství zátrhů či mělkých svahových deformací. Zpravidla vznikají v zeminách, velmi často jsou vázány na výskyt sprašového pokryvu v místě zářezu. Výška odlučné hrany (je-li vytvořena) je pouze několik dm, vzdálenost přesunutých hmot je v řádu prvních jednotek metrů. Z hlediska jejich rozsahu se obvykle nejedná o příliš závažné poruchy, nicméně mohou být předzvěstí větších deformací.

Obr. č. 1: Příklad mělké svahové deformace v zářezovém úseku Stehelčeves.



6.2. Sesuvy

V průběhu terénní dokumentace bylo v zářezových úsecích dokumentováno celkem šest sesuvů, pět sesuvů plošného tvaru a jeden tvaru frontálního. Dále byly popsány dvě archivní svahové deformace.

6.2.1. Sesuv v zářezu Brandýsek

Sesuv vzniklý v podzimních měsících roku 2017 v křídových jílovcích, které nasedají na jemnozrné pískovce (viz podrobná charakteristika zářezu Brandýsek, kap. 7.1.). K sesuvu došlo po odkrytí části sv. svahu zářezu při sanačních pracích. Sklon spodní etáže daného svahu je 1 : 1. Výška odlučné hrany je 1,5 – 1,8 m, šířka sesuvu je 50 m. Sesuv vznikl porušením svahu v důsledku odtěžení povrchu a následné degradace odkrytých křídových jílovců, které velmi rychle podlehly zvětrávacím procesům. Sanace sesuvu proběhla v rámci budování sanačních opatření části svahu, proběhlo odtěžení sesunutých hmot, provedeno překrytí ocelovou sítovinou a zajištění svorníky, v patě zářezu byla vybudována přitěžovací lavice z armokošů.

Obr. č. 2: Sesuv v zářezovém úseku Brandýsek.



6.2.2. Sesuv v zářezu Knovíz

Prakticky totožný případ sesuvu jako v zářezu Brandýsek, sesuv vzniklý v křídových jílovcích nasedajících na jemnozrnné pískovce, k sesnutí došlo po odkryvu jílovců při provádění sanačních prací v sv. svahu konečné části zářezového úseku. Sklon svahu je v tomto případě 1 : 1,25. Výška odlučné hrany je 2 m, šíře sesuvu činí 11 m. Sanace sesuvu proběhla opět v průběhu sanace části svahu zářezu, obdobným způsobem jako při sesuvu v zářezu Brandýsek, tj. odtěžením sesutých hmot a následným přísypem kameniva a překrytím ocelovou síťovinou.

6.2.3. Sesuv v zářezu Slaný-křížení

V jižním svahu zářezu se ve sprašovém pokryvu vyvinul sesuv frontálního tvaru o šířce 20 m. Jedná se o již uklidněný sesuv, celková vzdálenost přemístění je 4 m, sesuv byl zastaven tělesem komunikace. Vzhledem k výronům vody na rozhraní spraší a jílovců v období zvýšených srážek stále pravděpodobně dochází k negativnímu ovlivnění části svahu zářezu a nelze vyloučit výskyt dalších svahových deformací.

Obr. č. 3: Sesuv v zářezovém úseku Slaný-křížení.



Obr. č. 4: Sesuv v zářezovém úseku Knovíz.



6.2.4. Sesuv v zářezu Třebíz

Sesuv evidovaný v mapové aplikaci ČGS *Svahové nestability* byl v severním svahu zářezového úseku Třebíz (k. ú. Hořešovice), s. km cca 31,5 (v mapové aplikaci je chybně lokalizován cca 600 m jv. od skutečné polohy, mimo trasu komunikace) zaznamenán v r. 2003 a jeho zevrubná dokumentace je součástí Zprávy o zvýšeném výskytu sesuvů v České republice v zimním období 2002/2003 (Rybář et Novotný, 2003).

Sesuv byl 9 m dlouhý, 11 m široký, s mocností deformace cca 1 m. Vznikl v sedimentárních horninách líšského souvrství (permokarbon) a příčinou jeho vzniku bylo nasycení svrchních partií horninového prostředí srážkovou vodou (Rybář et Novotný, 2003).

Sesuv byl následně sanován, byla vybudována odvodňovací šterková žebra a přitěžovací lavice z armokošů.

Obr. č. 5: Místo sesuvu v zářezovém úseku Třebíz.



6.2.5. Sesuv v zářezu Louny-prům. zóna

Druhou svahovou deformací evidovanou v mapové aplikaci ČGS *Svahové nestability* v trase zájmové komunikace je sesuv v jižním svahu zářezového úseku Louny-prům. zóna, s. km cca 45,1 – 45,4. Záznam je v mapové aplikaci uveden bez dalších detailů, není datován, sesuv je pouze uváděn jako uklidněný. S největší pravděpodobností vznikl ve zvětralých křídových jílovcích jizerského souvrství. Lokalizace odpovídá vybudovanému sanačnímu opatření v jižním svahu daného zářezu, kde byla pravděpodobně provedena skrývka sesutých zemin a hornin, následně byl svah důsledně odvodněn, přesypán hrubým kamenivem a na jeho úpatí byla vybudována přitěžovací lavice z armokošů.

Obr. č. 6: Místo archivní svahové deformace v zářezovém úseku Louny-prům. zóna.



6.2.6. Sesuvy v zářezu Louny-křížení

V místě mimoúrovňového křížení se silnicí I/28 vznikly tři rozsáhlé svahové deformace charakteru plošných sesuvů. Sesuv č. S1 je patrně nejstarší ze svahových deformací, odlučná plocha je pravděpodobně vyvinuta v jílu či zvětralém jílovcu, v nadloží se nacházejí terasové fluviální sedimenty. Výška odlučné hrany je 2,6 – 2,8 m, šířka sesuvu je 30 m. Akumulační oblast se nachází v rozšířené části zářezu, stávající komunikaci sesuv nezasáhl, akumulaci oblast však významně zasahuje do plochy rozšíření zářezového úseku. Další dva sesuvy jsou pravděpodobně jen dočasně uklidněné, jsou vyvinuty v těsné blízkosti sesuvu S1. Odlučné hrany je vysoké 0,8 – 1 m, dokumentovány byly odlučné trhliny, které mohou při naplnění srážkovou vodou iniciovat opětovný pohyb sesuvu.

Obr. č. 7: Sesuv S1 v zářezovém úseku Louny-křížení.



6.3. Skalní řícení

Skalní řícení je definováno jako náhlý rychlý pohyb horninových mas, při kterém se uplatňuje volný pád (Záruba et Mencl, 1974). V zájmovém území k němu dochází zejména v těch zářezových úsecích, které obnažují pevné křídové horniny charakteru opuk, pískovců nebo prachovců, které jsou často vlivem přípovrchového rozvolnění i tektonického postižení rozpučány podél více či méně pravidelných sítí diskontinuit. Jedná se nejčastěji o opadávání úlomků, ojediněle i větších bloků hornin, které postupně podléhají zvětrávacím procesům. Nepříznivým vlivem pro stabilitu skalních bloků je samotný provoz pozemní komunikace, při kterém dochází k antropogenně-seismickému ovlivnění skalních bloků.

Obr. č. 8: Opadávání úlomků a bloků ze stěny charakteru skalního řícení v zářezovém úseku Knovíz.



7. Podrobné IG poměry vybraných zářezových úseků

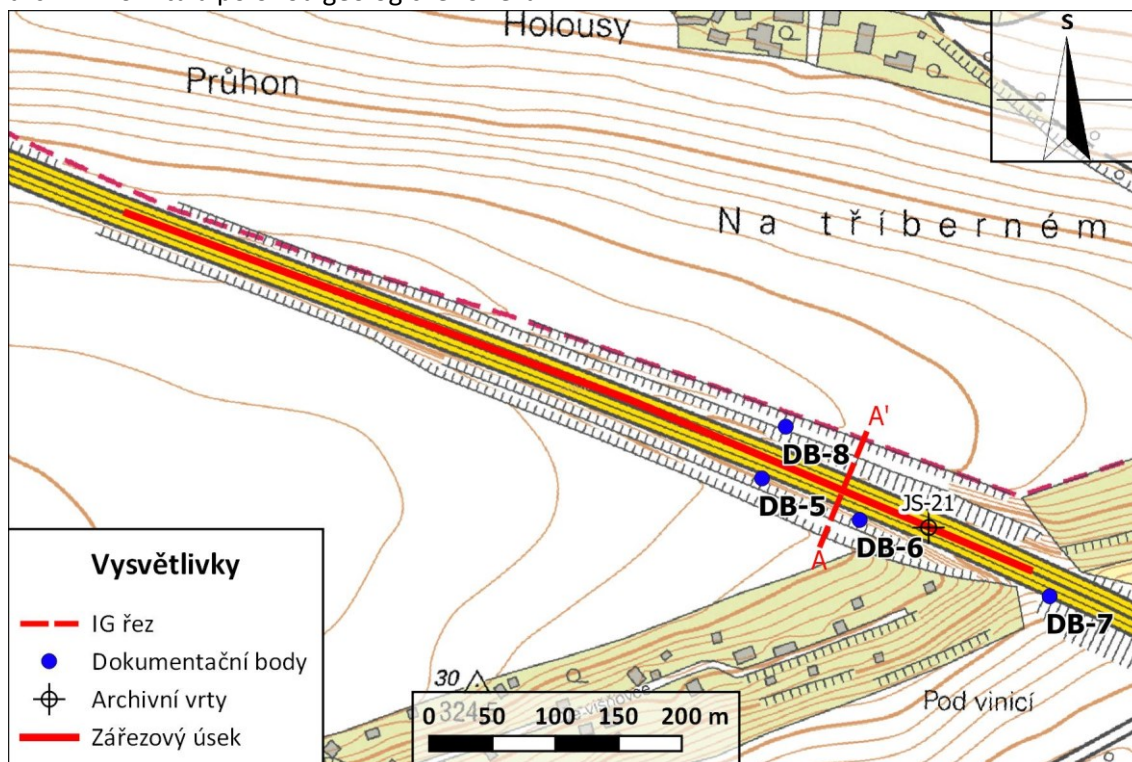
K vyhodnocení podrobných inženýrskogeologických poměrů byly vybrány celkem čtyři zářezové úseky. Jedná se o zářezový úsek Brandýsek (s. km 13,3 – 14,0), zářezový úsek Knovíz (s. km 14,5 – 15,5), zářezový úsek Louny-prům. zóna (s. km 45,0 – 46,0) a zářezový úsek Louny-křížení (s. km 48,5 – 49,0).

7.1. Zářezový úsek Brandýsek, s. km 13,3 – 14,0

Zářezový úsek se nachází na katastru obce Brandýsek, je 700 m dlouhý, jeho hloubka dosahuje až 17 m. Svahy jsou rozděleny do dvou etáží, oddělené lavicí. Sklon spodní etáže je 1 : 1, sklon svrchní etáže je generelně 1 : 1,25, místy je však etáž tvořena masivem horniny s téměř svislou stěnou. Zářez protíná původní hřbetní elevaci, vozovka je vedena dovrchně, s nadmořskou výškou mezi ≈ 297 až 322 m n. m. Hloubka zářezu postupně klesá.

Terénní dokumentace zářezu probíhala v době sanace severovýchodního svahu.

Obr. č. 9: Situace zářezu Brandýsek v měřítku 1 : 6 000 s lokalizací dokumentačních bodů, archivního vrtu a polohou geologického řezu.



7.1.1. Geologické poměry zářezu

Zářez je budován v křídových horninách, konkrétně v horninách perucko-korycanského (cenoman) a bělohorského (spodní turon) souvrství. Na bázi zářezu se vyskytují šedozelené glaukonitické jemnozrnné pískovce, zvětralé, ojediněle s železitými povlaky. Tyto pískovce spadají do perucko-korycanského souvrství, konkrétně se jedná o nejmladší korycanské vrstvy. Na ně nasedá poměrně tenká (0,3 m) poloha mírně zvětralého a tence vrstevnatého jílovce s hojnými vložkami jemnozrnného glaukonitického pískovce. V nadloží těchto jílovců se nachází 0,5 m mocná vrstva zvětralého jemnozrnného pískovce s železitými záteky a povlaky, která je od podložních jílovců oddělena silně proželezněnou zónou s valouny.

Nadložní vrstvy již náleží bělohorskému souvrství. Zprvu se jedná o šedozelené silně až zcela zvětralé jílovce, které jsou následně překryty žlutošedými písčítými slínovci (tzv. opukami). Ty jsou rozpučány podle více či méně pravidelných systémů diskontinuit a destičkovitě až lavicovitě zvětrávají.

7.1.2. Geotechnické typy

Zeminy a horniny v zářezu lze rozdělit na základní geotechnické typy s obdobnými geotechnickými vlastnostmi. Jejich popis je uveden dále v textu.

Geotechnický typ GT1: Jedná se o pokryvné útvary charakteru humózních hlín s úlomky podložních hornin. jsou zpravidla hnědošedé až černošedé barvy a tuhé konzistence. Vyskytují se pouze ve svrchních částech zářezu. Vzhledem k nízké mocnosti mají pouze malý vliv na inženýrskogeologické poměry zářezu, erozními vlivy jsou postupně dopravovány po svahu zářezu a jsou obsaženy v akumulacích svahových pohybů, které však primárně neinicují.

Geotechnický typ GT2: Je zastoupen písčítými slínovci (tzv. opukami). Písčité slínovce jsou ve zdravém stavu pevné, šedožluté až bělavé horniny, které zvětrávají až na jílovitopísčité eluvium s obsahem zvětralých úlomků. Jsou značně rozpučané, destičkovité až lavicovité, zpravidla se vyskytují minimálně tři odlišné systémy diskontinuit. Jejich mocnost je v řádu vyšších jednotek metrů. Ve vertikálním směru nepravidelně zvětrávají, v zářezu se tak ve svrchních vrstvách střídají více zvětralé

horniny (střípkovitě až destičkovitě se rozpadající) s méně zvětralými horninami, které se blokovitě rozpadají zpravidla podle systémů diskontinuit. Takto zvětrávající masiv podmiňuje vznik svahových deformací.

Geotechnický typ GT3: Tento typ je zastoupen jílovci převážně šedozeleň až šedočerné barvy. Ve zdravém stavu odpovídají pevnostní třídě maximálně R4, vlivem povětrnostních vlivů však velmi rychle zvětrávají a rozbírají až na silně plastické jíly s obsahem méně zvětralých úlomků. Takto zvětralé jílovce nejsou schopny odolávat sklonům navrženým pro nezvětralou horninu a jsou tak silně náchylné na vznik svahových deformací, nejčastěji ve formě plošných sesuvů.

Geotechnický typ GT4: Tento typ zastupují pevné jemnozrnné pískovce. Jedná se o jemně slídnaté horniny, šedé až šedozeleň barvy, ojediněle rozpukané s limonitickými povlaky na puklinách, místy glaukonitické. V zájmovém zářezu nebyly zastiženy ve zcela zvětralém či silně zvětralém stavu. Z inženýrskogeologického hlediska se jedná o poměrně stabilní horniny, které v posuzovaném zářezu nepodmiňují svahové deformace.

7.1.3. Podzemní voda

Archivními průzkumnými pracemi nebyla ustálená hladina podzemní vody zastižena. Dokumentačním bodem DB-7 byl zastižen jeden ze zářezových drénů s vydatností podzemní vody cca 0,05 l/s. Z opakovaných návštěv lokality (při revizi dokumentačního bodu) lze přepokládat, že v jarních měsících maximální výška hladiny podzemní vody dosahuje báze zářezu a je tak případně odvodňována patním drénem komunikace. Na svazích zářezu tak dochází k prosycení svrchních partií vodou pouze v období vydatných dešťových srážek, souvislá hladina podzemní vody se zde nevytváří.

7.1.4. Svahové deformace

V roce 2016 bylo v zářezovém úseku v rámci projektu sanačních opatření provedeno inženýrskogeologické posouzení svahových deformací (Schröfel in Hotový, 2016). Jsou v něm obecně popsány drobné svahové deformace, jejichž největší nebezpečí autor spatřuje v jejich spojování a následné akceleraci pohybu vlivem dešťových srážek.

Během terénní dokumentace zářezu byl v sv. svahu dokumentován plošný sesuv, vzniklý odtěžením povrchu při sanačních pracích. Výška odlučné hrany je 1,5 – 1,8 m, šířka sesuvu je 50 m. vzdálenost přemístění je v řádu prvních jednotek m. Příčinou vzniku sesuvu je rychlé zvětrání a degradace jílovitých hornin, které mají ve zcela zvětralém stavu charakter zemin a naprosto odlišné geotechnické vlastnosti.

V rámci inženýrskogeologického průzkumu (Golka, 1979) byl pro zářezy o výšce 4 – 7 m navržen sklon svahů 1 : 1,5. Zářezy vyšší než 7 m nebyly dle tehdejší dokumentace projektovány. Je však zřejmé, že příčinou svahových nestabilit zářezu jsou chybně navržené (a/nebo chybně budované) sklony svahů a pravděpodobně nebyl zohledněn faktor zvětrání nebo nebyl dbán důraz na opatření zamezující horninovému zvětrání a erozi.

7.1.5. Sanační práce

V zářezovém úseku je zejména v jeho úvodní části vybudována řada sanačních opatření. Na úpatí jz. svahu je v délce 140 m vybudována přitěžovací lavice z armokošů a ve spodní etáži byly (pravděpodobně zvětralé a nestabilní) povrchové vrstvy horniny nahrazeny kamenivem.

V úvodní části sv. svahu probíhaly mezi lety 2016 – 2019 sanační práce, které byly průběžně dokumentovány. Ve spodní etáži byla provedena skrývka zvětralých povrchových vrstev hornin a začištění masivu. V průběhu těchto prací došlo k výše popsaným svahovým deformacím. Akumulace těchto deformací byly odtěženy a tato místa byla dosypána kamenivem. Následně bylo provedeno překrytí ocelovou síťovinou a její zajištění injektovanými svorníky. Na oddělovací lavici byl vybudován záchytný plot opět z ocelové síťoviny a svorníků. Na úpatí svahu byla vybudována přitěžovací lavice z armokošů.

Obr. č. 10: Úvodní část sv. svahu zářezového úseku Brandýsek po dokončení sanačních prací.



7.1.6. Hodnocení stávajícího stavu

V současné době je zářez bez kritických svahových deformací. Dochází k drobným opadům úlomků hornin, primárně neohrožujícím provoz na komunikaci. Je však nutné zamezit vzniku rozsáhlejších svahových deformací, které by mohly v budoucnu ohrožovat dálniční provoz. Je nutné podrobovat zářez pravidelným revizím včetně provedených sanačních opatření dokumentovat případné projevy svahových deformací. Jako účinné opatření zamezující tvorbě dalších svahových deformací se přistávajících sklonech svahů jeví zajištění strmých partií hřebíkováním, důsledné ochránění povrchových partií před erozními vlivy. Jiné řešení představuje snížení sklonu svahů, což by však znamenalo rozšíření zářezu v jeho svrchních partiích a cílené pokrytí vegetačním krytem. V praxi je však toto řešení málo pravděpodobné s ohledem na vlastnické poměry okolních pozemků, které obvykle nedovolují zvětšení záboru stávajících staveb. Charakteristický inženýrskogeologický řez A – A' zářezovým úsekem Brandýsek je uveden v příloze č. 6.

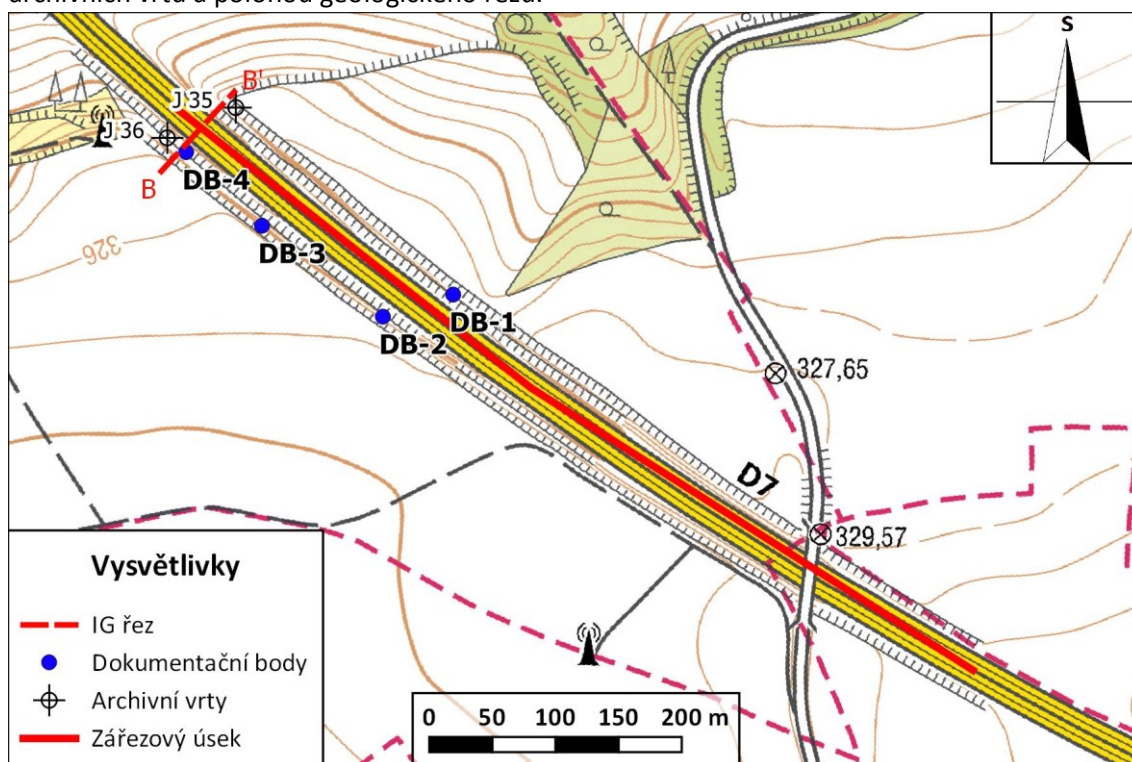
7.2. Zářezový úsek Knovíz, s. km 14,5 – 15,5

Zářezový úsek se nachází na katastrech obcí Brandýsek a Knovíz, je 1000 m dlouhý, v nejvyšším bodě dosahuje výšky 15 m. Svahy jsou rozděleny do dvou etází, oddělené lavicí. Sklon obou etází je 1 : 1,25, místy je díky skalnímu říčení a opadům svrchní etáž téměř svislá.

Nadmořská výška nivelety vozovky je 305,5 – 323,3 m n. m., niveleta vozovky klesá, hloubka zářezu postupně roste, zářez je ukončen terénní hranou.

Terénní dokumentace zářezu probíhala v době sanace konečné části levého svahu.

Obr. č. 11: Situace zářezu Knovíz v měřítku 1 : 6 000 s lokalizací dokumentačních bodů, archivních vrtů a polohou geologického řezu.



7.2.1. Geologické poměry zářezu

Zářez je budován v křídových horninách bělohorského souvrství (spodní turon). Jedná se nejprve o šedočerné až šedo zelené jílovce, v jejichž nadloží se nacházejí světle šedé až šedožluté písčité slínovce (opuky). Na rozdíl od zářezu Brandýsek nebyly zastiženy pískovce korycanských vrstev.

Jílovce jsou převážně zvětralé a rozložené na jíl. Jsou silně rozpukané a rozpadavé, místy s železitými povlaky.

Písčité slínovce (opuky) jsou zvětralé až navětralé (ojediněle až zdravé), hojně rozpukané, deskovitě až lavicovitě rozpadavé, místy s limonitickými povlaky na puklinách.

Kvartérní pokryv v bezprostředním okolí je tvořen hnědou jílovitopísčitou hlínou se střípkou a úlomky opuky, tuhé konzistence. Mocnost kvartérního pokryvu je minimální, pohybuje se mezi 15 a 60 cm.

7.2.2. Geotechnické typy

Geotechnický typ GT1: Jedná se o pokravné útvary charakteru jílovitopísčitých hlín s úlomky podložních hornin, svrchu humózních. Jsou zpravidla hnědé barvy a tuhé konzistence. Vyskytují se pouze ve svrchních částech zářezu. Vzhledem k nízké mocnosti mají pouze malý vliv na inženýrskogeologické poměry zářezu, erozními vlivy jsou postupně dopravovány po svahu zářezu a jsou obsaženy v akumulacích svahových pohybů, které však primárně neinicují.

Geotechnický typ GT2: Je zastoupen písčitymi slínovci (tzv. opukami). Ty jsou ve zdravém stavu pevné, šedé až šedožluté a zvětrávají až na jílovitopísčité eluvium s obsahem zvětralých úlomků. Jsou značně rozpukané, destičkovité až lavicovitě, zpravidla se vyskytují minimálně tři odlišné systémy diskontinuit. Jejich mocnost je v řádu jednotek metrů. Ve vertikálním směru nepravidelně zvětrávají, v zářezu se tak ve svrchních vrstvách střídají více zvětralé horniny (střípkovitě až destičkovitě se rozpadající) s méně zvětralými horninami, které se blokovitě rozpadají zpravidla podle systémů diskontinuit. Takto zvětrávající masiv podmiňuje vznik svahových deformací.

Geotechnický typ GT3: Tento typ je zastoupen jílovci až slínovci převážně šedé, hnědošedé, místy i šedočerné barvy, ojediněle nazelenale či rezavě šmouhovaný. Tyto horniny jsou místy slabě písčité, relativně pevné, rozpukané a úlomkovitě až kusovitě rozpadavé, s jílovitou výplní puklin. Ve zdravém stavu odpovídají pevnostní třídě maximálně R4, často jsou však silně zvětralé až rozložené na písčité jíly se zvětralými úlomky. Povětrnostní vlivy působící na odkrytý povrch těchto hornin způsobují velmi rychlé zvětrávání (místy až rozbředání) těchto hornin, které následně nejsou schopny odolávat sklonům navrženým pro nezvětralou horninu a jsou tak silně náchylné na vznik svahových deformací, nejčastěji ve formě plošných sesuvů.

7.2.3. Podzemní voda

Archivními průzkumnými pracemi byla hladina podzemní vody zastižena v hloubce 6,7 až 7,8 m p. t., resp. 315,1 až 318,9 m n. m. (r. 1981, před zahloubením zářezu). Provedením zářezu tedy byla významně ovlivněna hladina podzemní vody, lze předpokládat, že se nachází mělce pod úrovní nivelety vozovky a je (alespoň částečně) odváděna patním drénem zářezu.

7.2.4. Svahové deformace

V r. 2016 bylo v zářezovém úseku provedeno inženýrskogeologické posouzení svahových deformací (Schröfel in Hotový, 2016). Jsou v něm obecně popsány drobné svahové deformace, jejichž největší nebezpečí autor spatřuje v jejich spojování a následné akceleraci pohybu vlivem dešťových srážek.

Během dokumentace zářezu byl v severovýchodním svahu dokumentován téměř totožný případ svahové deformace jako v zářezovém úseku Brandýsek. Při sanačních pracích došlo po odkryvu svrchních partií k plošnému sesuvu. Výška odlučné hrany je 2,0 m, šířka sesuvu je 11 m. vzdálenost přemístění je v řádu prvních jednotek m. K sesuvu došlo v horninách GT3.

Dokumentačním bodem DB-2 byl zastižen rozpukaný blok písčitého slínovce (opuky). Z opakovaných rekognoskací dokumentačního bodu je zřejmý pomalý pohyb bloku, který pravděpodobně povede k jeho zřícení. K takovým případům skalního řízení dochází v horninách GT2 v celém zářezu.

V r. 1981 byl vypracován inženýrskogeologický průzkum (Habrnál et al., 1981), který zahrnuje mimo jiné také výsledky archivního statického posouzení zářezu v obdobných geologických poměrech, na jejichž základě autoři průzkumu navrhují sklony svahů pro daný zářez v poměru 1 : 1, konečné rozhodnutí však přenášejí na projektanta stavby.

V současnosti jsou sklony svahů zářezu převážně v poměru 1 : 1,25. Z provedeného inženýrskogeologického posouzení (Schröfel in Hotový, 2016) je zřejmé, že i v tomto sklonu dochází k vývoji svahových deformací, nehledě na skalní řízení.

7.2.5. Sanační práce

V zářezovém úseku jsou místy vybudovaná sanační opatření ve formě přítěžovacího násypu z kameniva. V letech 2016 – 2019 probíhaly v konečné části sv. svahu zářezu obdobné sanační práce jako v zářezu Brandýsek. Ve spodní etáži byla provedena skrývka zvětralých povrchových vrstev hornin a začištění masivu. V průběhu těchto prací došlo k výše popsaným svahovým deformacím. Akumulace těchto deformací byly odtěženy, následně bylo provedeno překrytí ocelovou síťovinou a její zajištění injektovanými svorníky. Na oddělovací lavici byl vybudován záchytný plot opět z ocelové síťoviny a svorníků. V patě svahu byla vybudována přítěžovací lavice z armokošů o délce ± 140 m.

Obr. č. 12: Konečná část sv. svahu zářezového úseku Knovíz po dokončení sanačních prací.



7.2.6. Hodnocení současného stavu

V současné době je zářez bez kritických svahových deformací. Dochází však k poměrně četným skalním řícením bloků hornin GT2 ve svrchní etáži nad přerušovací lavicí. Tato řícení by měla být zachycena vybudovaným ochranným plotem na přerušovací lavici. Je nutné podrobovat zářez pravidelným revizím, sledovat a hodnotit funkčnost vybudovaných sanačních opatření a dokumentovat případné projevy svahových deformací. Účinným opatřením by byla úprava sklonu svahů a jejich ochrana proti erozi, ale s ohledem na majetkové poměry a rozsahy současných záborů není takové řešení reálné.

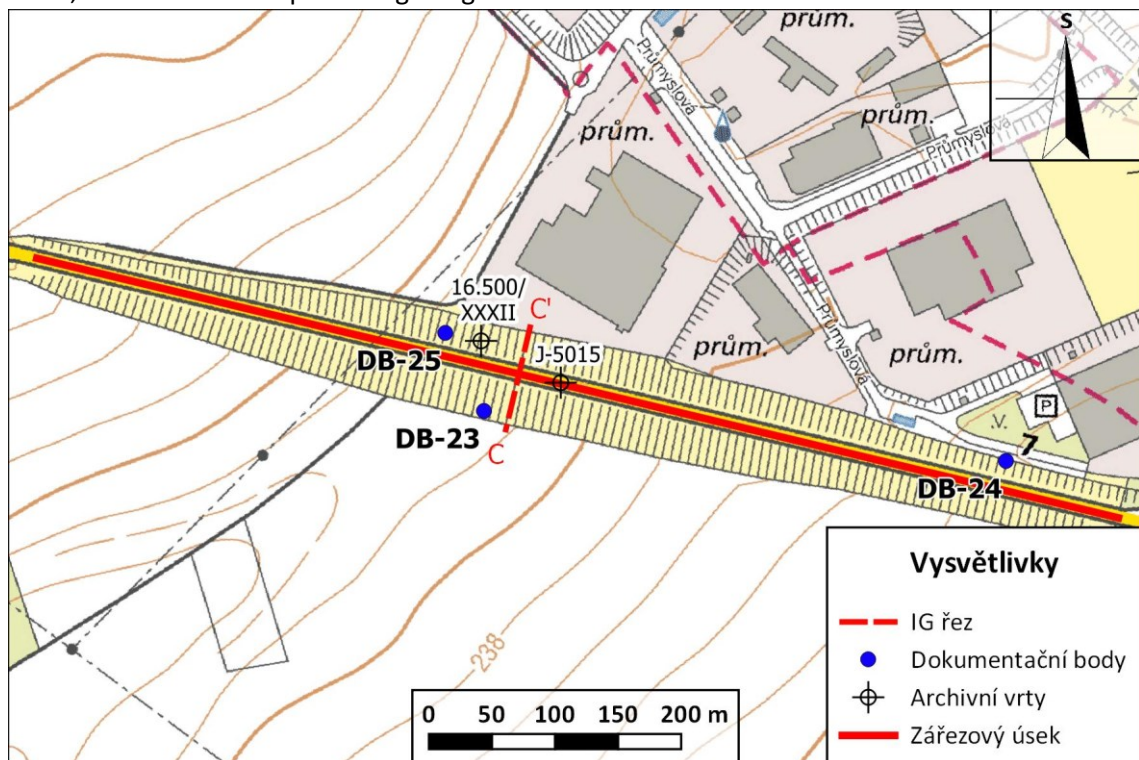
Charakteristický inženýrskogeologický řez B – B' zářezovým úsekem Knovíz je uveden v příloze č. 7.

7.3. Zářezový úsek Louny-prům. zóna, s. km 45,0 – 46,0

Počáteční část silničního obchvatu města Louny je tvořena 1000 m dlouhým a až 13 m hlubokým zářezovým úsekem. Ten se nachází na katastru obce Cítoliby. Svahy zářezu jsou částečně rozděleny na dvě etáže, v jižním svahu se nachází několik sanačních opatření. Celý zářez je směrem k severnímu svahu rozšířen pro budoucí transformaci na dálniční úsek. Sklony etáží jsou mírně proměnné, generelně však odpovídají 1 : 1,25.

Nadmořská výška nivelety vozovky je 224,8 – 231,8 m n. m., niveleta se zvyšuje, zářez je nejhlubší jeho střední části.

Obr. č. 13: Situace zářezu Louny-prům. zóna v měřítku 1 : 6 000 s lokalizací dokumentačních bodů, archivních vrtů a polohou geologického řezu.



7.3.1. Geologické poměry zářezu

Zářez je budován v křídových horninách bělohorského souvrství (spodní turon) a jizerského souvrství (střední a svrchní turon), jež jsou odděleny zlomem procházejícím přibližně v polovině zářezu ve směru JZ-SV. Bělohorské souvrství, nacházející se v severozápadní části zářezu, je tvořeno světle šedými písčitymi slínovci (opukami), které

jsou velmi pevné, prokřemenělé (spongilitické), se dvěma navzájem téměř kolmými puklinovými systémy (130/89; 037/03), podle kterých se blokovitě rozpadají. Jizerské souvrství budující jihovýchodní část zářezu je tvořeno šedohnědými až šedočernými jílovci, místy se sádrovcovými konkracemi, ojediněle s fosilními zbytky. Jílovce jsou silně zvětralé až zcela rozložené na jíl pevné konzistence.

Kvartérní pokryv je tvořen hnědou sprašovou hlínou s úlomky (nejčastěji opuky) tuhé až pevné konzistence. Místy se vyskytují také vápencové konkrace (cicváry). Mocnost kvartérního pokryvu je nejčastěji do 2 m.

7.3.2. Geotechnické typy

Geotechnický typ GT1: Jedná se o pokryvné útvary charakteru spraší a sprašových hlín s úlomky podložních hornin (nejčastěji opuk), svrchu humózních. Jsou zpravidla hnědé barvy a tuhé až pevné konzistence. Vyskytují se ve svrchních částech zářezu a místy také na jeho svazích. Vlivem dešťových srážek mohou rozbídat a prosedat. Takto ovlivněné rychle ztrácejí původní parametry a stávají se nestabilními a podmiňují tak vznik svahových deformací.

Geotechnický typ GT2: Je zastoupen světle šedými písčitymi slínovci (tzv. opukami), místy přecházejícími až do jemnozrnných pískovců. Horniny jsou v zářezu velmi často silicifikovány (tzv. spongility) a proto jsou velmi pevné a obtížně těžitelné, obvykle náleží pevnostní třídě R4 až R2 (místy až R1). Zóna zvětrání (tj. pevnostních tříd R6 a R5) je proměnlivě mocná v řádu prvních jednotek metrů. Tyto horniny jsou zpravidla rozpukané a blokovitě rozpadavé podle dvou navzájem kolmých systémů diskontinuit. Mocnost těchto hornin je v řádu nižších desítek metrů. V těchto horninách vzhledem k jejich pevnosti a současnému sklonu svahů zářezu vznikají pouze opady bloků a drobná skalní řízení, které primárně neohrožují provoz na pozemní komunikaci.

Geotechnický typ GT3: Tento typ představují jílovce jizerského souvrství. Jsou šedohnědé až šedočerné barvy, místy zelené či zeleně šmouhované (s příměsí glaukonitu), rozpukané, střípkovitě rozpadavé. Místy se vyskytují fosílie, dokumentován byl výskyt také sádrovcových konkrací. Tyto horniny ve zdravém stavu odpovídají pevnostní třídě maximálně R5 – R4, často jsou však silně zvětralé až rozložené na jíl

pevné konzistence. Působením povětrnostních vlivů velmi rychle zvětrávají a podléhají erozi. Horniny v tomto stavu jsou silně náchylné na vznik svahových deformací.

7.3.3. Podzemní voda

Archivními průzkumnými pracemi (Hauser et al., 1996) byla ustálená hladina podzemní vody zastížena pouze vrtem J5015 v hloubce 11,5 m pod původním terénem (r. 1996, před zahloubením zářezu), tj. 230,7 m n. m., což přibližně odpovídá současné nadmořské výšce nivelety vozovky. V r. 2009 byly provedeny průzkumné vrty v úrovni nivelety vozovky do hloubky 0,5 – 2,2 m p.t., které hladinu podzemní vody nezastihly (Vosáhlová et al., 2009). Vybudováním zářezu byly tedy silně ovlivněny hydrogeologické poměry.

V rámci dokumentačního bodu DB-23 byla v patě severního svahu pod svahovou deformací dokumentována vlhkomilná vegetace, která indikuje občasné zvodnění.

7.3.4. Svahové deformace

Během dokumentace zářezu byla v severním svahu zdokumentována svahová deformace ve spraších (GT1). Jedná se o sesouvání povrchových partií zářezu, deformace je 65 m široká, vzdálenost přemístění je v řádu jednotek metrů. Odlučná oblast je ve svrchní etáži zářezu, akumulární oblast je na lavici oddělující etáže, odkud je dále dopravována až na úpatí svahu. Sesutím povrchových vrstev s vegetačním krytem došlo k odkrytí spraší, které jsou při dešťových srážkách erodovány povrchovým odtokem. Dochází ke vzniku ronových rýh a k urychlení eroze.

V mapové aplikaci České geologické služby Svahové nestability je v jižním svahu zářezu zaregistrována svahová deformace ve formě uklidněného sesuvu. K této svahové deformaci nejsou dostupné další detaily či dokumentace. Plošný rozsah deformace odpovídá rozsahu vybudovaného sanačního opatření, lze tedy předpokládat, že docházelo ke svahovým deformacím ve spraších a podložních jílovcích (GT3).

Obr. č. 14: Sesouvání sprašového pokryvu v zářezovém úseku Louny-prům. zóna.



7.3.5. Sanační práce

V zářezovém úseku jsou v jeho jižním svahu vybudována poměrně masivní sanační opatření. Poruchy svahu jsou vázány na jílovce GT3 spolu s průběhem tektonického rozhraní. V úvodní části je vybudována přitěžovací lavice z armokošů a celý svah byl přesypán hrubým kamenivem. Ve střední části je přísyp kameniva proveden pouze na spodní etáži pravého svahu. V místě probíhajícího zlomu je v jižním svahu vybudována zárubní stěna z armokošů.

Obr. č. 15: Zárubní stěna v jižním svahu zářezu Louny-prům. zóna (místo průběhu tektonického porušení).



7.3.6. Hodnocení současného stavu

V současné době se v zářezovém úseku nevyskytují svahové deformace bezprostředně ohrožující provoz na pozemní komunikaci. Akumulace sesuvu ve spraších GT1 nedosahuje krajnice vozovky, avšak dosahuje do prostoru rozšíření zářezu pro případné zkapacitnění silnice. V horninách GT2 dochází vzhledem k vybudovanému sklonu svahu pouze k drobným opadům úlomků. Horniny typu GT3 jsou v jižním svahu téměř po celé délce výskytu již zajištěny sanačními opatřeními. V případě rozšíření silniční komunikace na dálnici je však nutné zabezpečit hlavně levý svah zářezu, ve kterém se mohou tvořit svahové deformace zejména v zeminách GT1 a horninách GT3.

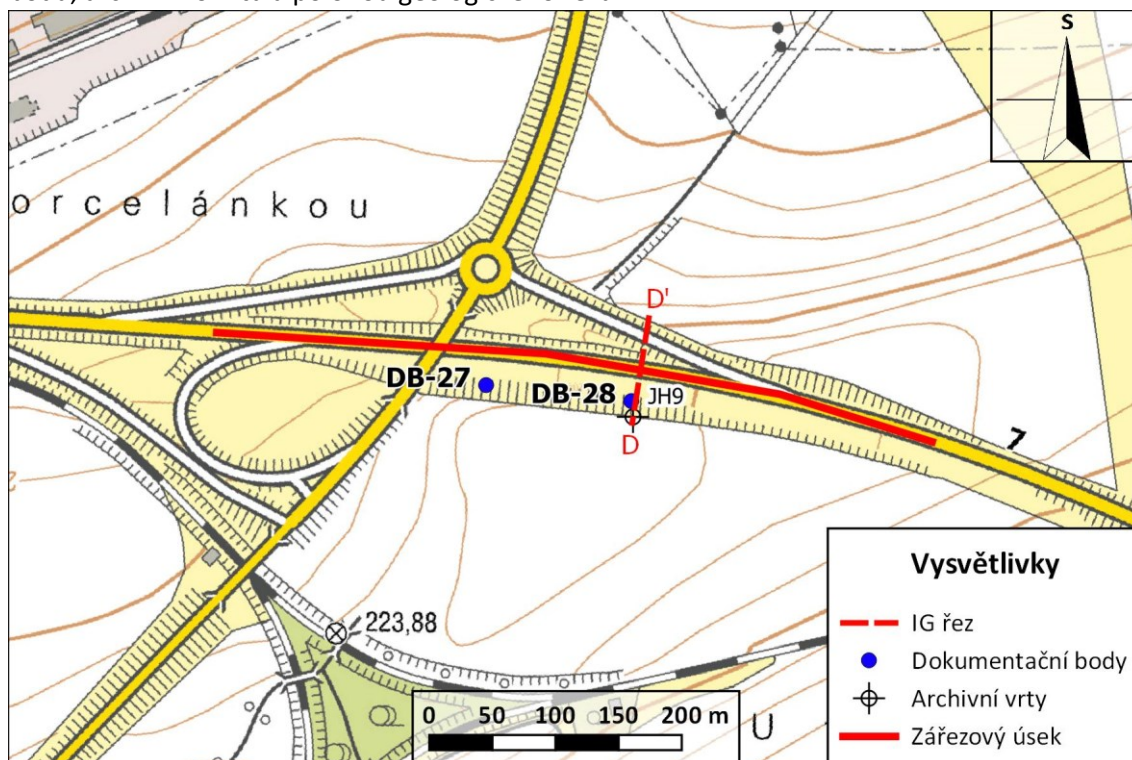
Charakteristický inženýrskogeologický řez C – C' zářezovým úsekem Brandýsek je uveden v příloze č. 8.

7.4. Zářezový úsek Louny-křížení, s. km 48,5 – 49,0

Jedná se o poslední zářezový úsek silničního obchvatu města Louny. Je 500 m dlouhý a maximálně 11 m hluboký a jeho součástí je mimoúrovňová křižovatka se silnicí I/28. Nachází se v katastrálním území města Louny. Svahy zářezu jsou jednoduché, zářez je směrem k severnímu svahu rozšířen pro budoucí transformaci na dálniční úsek. Sklony svahů jsou obvykle 1 : 3.

Nadmořská výška nivelety vozovky je 221,5 – 212,0 m n. m., niveleta vozovky postupně klesá, hloubka zářezu je nejvyšší v jeho střední části.

Obr. č. 16: Situace zářezu Louny-prům. zóna v měřítku 1 : 6 000 s lokalizací dokumentačních bodů, archivního vrtu a polohou geologického řezu.



7.4.1. Geologické poměry zářezu

Zářezový úsek tvoří křídové horniny jizerského souvrství (střední a svrchní turon). To je tvořeno šedými a zelenošedými (místy až zelenými) jílovcí, místy se sádrovcovými konkracemi a fosilními zbytky. Jsou převážně rozpukané a střípkovitě rozpadavé. Velmi často jsou jílovce silně zvětralé až zcela rozložené na jíl tuhé až pevné konzistence.

Kvartérní pokryv je tvořen zejména fluviálními sedimenty, jde pravděpodobně o relikt terasového stupně potoka Hasina či tzv. Praohře. Jedná se o hnědé jemnozrné písky

s četnými valouny opuky a pestré, pevné až tvrdé písčité jíly. Na bázi terasového stupně se místy nachází tenká poloha štěrku. Mocnost těchto terasových sedimentů v zářezu není souvislá, pohybuje se mezi 1 a 4 m. Svrchu je zářez pokryt tenkou polohou humózní hlíny.

7.4.2. Geotechnické typy

Geotechnický typ GT1: Jedná se o fluviální sedimenty charakteru jemnozrnných písků s příměsí valounů opuky, svrchu s humózní hlínou. Jsou nejčastěji šedé či šedohnědé (místy i oranžovohnědé či růžové) a ulehlé. Jedná se o relativně stabilní zeminy, které nepodmiňují vznik svahových deformací.

Geotechnický typ GT2: Je zastoupen téměř totožnými jílovcí jizerského souvrství jako v případě zářezu Louny-prům. zóna. Ty jsou v tomto případě šedé až zelenošedé, rozpukané, střípkovitě rozpadavé. Hojněji se vyskytují fosílie a sádrovcové konkrce. Tyto horniny byly v zářezu a jeho podloží zastiženy pouze ve zcela zvětralém až rozloženém stavu, nejčastěji ve formě tuhého až pevného jílu. Stejně jako u předchozího zářezu jsou takto zvětralé a rozložené horniny silně náchylné na vznik svahových deformací. V těchto horninách jsou také založeny svahové deformace v severním svahu zářezu.

7.4.3. Podzemní voda

Archivními průzkumnými pracemi byla v úrovni křížení se silnicí I/28 ustálená hladina podzemní vody zastižena v hloubce 1,2 – 3,7 m p. t., tj. cca 214,5 – 215,3 m n. m. (Vosáhlová et al., 2009). Ve vystrojeném vrtu JH9, nacházejícím se v odlučné hraně sesuvu v jižní části zářezu byla při dokumentaci zářezu změřena hladina podzemní vody v hloubce 9,82 m p. t. (07/2017). Je tedy zřejmé, že hladina podzemní vody se zejména v nižší části zářezu nachází jen mělce pod úrovní nivelety vozovky.

7.4.4. Svahové deformace

V zářezovém úseku se v jeho severním svahu nachází celkem tři svahové deformace ve formě plošných sesuvů, ve vzájemné těsné blízkosti. Jedná se o sesuvy vázané na rozhraní kvartérního pokryvu ve formě fluviálních sedimentů GT1 a křídových jílovců

jizerského souvrství (GT2). Vlivem nasycení jílovců z propustných nadložních vrstev při dešťových srážkách došlo k rozbřednutí již tak velmi zvětralých jílovců a ke ztrátě stability. Akumulační oblast sesuvů se nachází na rozšířené části zářezu. Pro přehlednost byly jednotlivé svahové deformace označeny S1, S2 a S3.

Sesuv S1: jedná se nejvýraznější sesuv v zářezovém úseku, široký 30 m s výškou odlučné hrany 2,6 – 2,8 m. Vzdálenost přemístění je cca 10 m, celková délka sesuvu je 24 m.

Sesuv S2: velmi pravděpodobně aktivní či dočasně uklidněný sesuv, u kterého lze předpokládat jeho další vývoj. Jeho šířka je cca 40 m, odlučná hrana je vyvinuta jen částečně, dochází k zátrhům a vývoji odlučných trhlin.

Sesuv S3: Sesuv o šířce 40 m, výška odlučné hrany je 0,8 – 1,0 m. Vzdálenost přemístění je \approx 5 m, celková délka sesuvu je 20 m.

Obr. č. 17: Sesuv S2 v zářezovém úseku Louny-křížení.



Obr. č. 18: Sesuv S3 v zářezovém úseku Louny-křížení.



7.4.5. Sanační práce

V zářezovém úseku nejsou dosud provedena žádná sanační opatření.

7.4.6. Hodnocení současného stavu

V současné době je dominantním problémem zářezového úseku sesuvná oblast v jeho severním svahu. Díky rozšíření zářezového úseku však tyto sesuvy doposud neohrožují provoz na pozemní komunikaci. Při transformaci silničního úseku na dálniční však bude nutné tuto oblast sanovat. Uvažovat lze vybudování opěrné zdi, případně přítěžovací lavice v patě svahu, ochranu svahů proti erozi a důsledné odvodnění celého zářezu.

Charakteristický inženýrskogeologický řez D – D' zářezovým úsekem Brandýsek je uveden v příloze č. 9.

8. Závěr

Diplomová práce měla za cíl zhodnotit inženýrskogeologické poměry vybraných zářezových úseků dálnice D7 a navazující silnice I/7. V práci byla formou archivní rešerše zpracována obecná charakteristika zájmového území včetně geomorfologických, geologických, hydrogeologických a dalších poměrů. Byla provedena terénní rekognoskace zájmového území, geologická dokumentace dostupných výchozů a částečně probíhala průběžná dokumentace sanačních prací probíhajících ve dvou zářezových úsecích. Během těchto sanačních prací došlo také ke vzniku svahovým deformacím, které byly v rámci terénní dokumentace popsány a zdokumentovány. Pro čtyři vybrané zářezové úseky byla provedena podrobná inženýrskogeologická dokumentace a byly zpracovány charakteristické inženýrskogeologické řezy. Byly zhodnoceny provedené sanační zásahy a navržena další možná opatření.

V zájmovém území jsou z hlediska rizika vzniku svahových deformací nejnáchylnější křídové jílovité horniny, neboť vlivem povětrnostních vlivů velmi rychle ztrácejí vlastnosti hornin a nabývají vlastnosti zemin s naprosto odlišnými geotechnickými parametry. Pevné písčité prachovce (opuky) se mohou při nevhodně zvolených parametrech svahů projevit opady úlomků nebo i skalním zřícením.

Svahové deformace, které se vyskytují v zářezových úsecích liniových staveb jsou téměř výlučně důsledkem negativních opatření a vlivů při inženýrskogeologickém průzkumu, projektování a výstavbě. Nevhodně zvolená geometrie svahů, nedostatečný průzkum nebo chybně zvolené parametry vedou v tvorbě svahových deformací, jež je nutné téměř ve všech případech sanovat. Tato sanační opatření je pak nutné podrobovat pravidelné údržbě, aby byla zajištěna jejich funkčnost po celou dobu provozu a životnosti stavby. Veškerým sanačním opatřením by však měl předcházet řádný inženýrskogeologický průzkum.

Liniové stavby jsou většinou projektovány a budovány na dobu řádově vyšších desítek až stovek let. V zájmu všech zúčastněných institucí a osob by proto v každém stupni projektové a stavební přípravy mělo být zajištěno co nejkvalitnějších podkladů pro jejich stavbu liniových staveb a následně by stavba měla být provedena s důrazem na kvalitu a způsob provedení podle ověřených a platných stavebních postupů a norem.

9. Literatura a zdroje

Literatura

- Atkinson, J. (2007): *The Mechanics of Soils and Foundations*. 2nd edition. Taylor & Francis, London
- Demek, J., Mackovčín, P., Balatka, B., Buček, A., Cibulková, P., Culek, M., Čermák, P., Dobiáš, D., Havlíček, M., Hrádek, M., Kirchner, K., Lacina, J., Pánek, T., Slavík, P. et Vašátko, J. (2006): *Zeměpisný lexikon ČR. Hory a nížiny*. 2. vydání. AOPK ČR, Brno
- Čelák, J. (1986): *Hořešovice, přeložka silnice I/7. Inženýrskogeologický průzkum*. Pragoprojekt, Praha
- Čelák, J. (2004): *Silnice I/7 Sulec – obchvat, podrobný geotechnický a pedologický průzkum, závěrečná zpráva*. GeoTec-GS, a.s., Praha
- Golka, F. (1979): *Stehelčeves – Brandýsek. Přeložka silnice I/7, závěrečná zpráva. Geologický průzkum*, n. p., Ostrava
- Habrnl, L., Pokorný, P. et Kameníčková, V. (1981): *Podrobný inženýrskogeologický průzkum silnice I/7 v úseku Brandýsek – Knovíz. Projektový ústav dopravních a inženýrských staveb*, Praha
- Hauser, J. (1992): *Inženýrsko – geologický průzkum pro akci Slaný – obchvat St. III.b. GEOSTAR spol. s r. o.*, Praha
- Hauser, J., Kalvoda, I., Pořízková, I. et Zdražil, K. (1996): *Silnice I/7 a I/28, obchvat Loun. Doplňkový IG průzkum*. GEOSTAR spol. s r. o., Praha
- Herčík, F., Herrmann, Z. et Valečka, J. (1999): *Hydrogeologie české křídové pánve. Český geologický ústav*, Praha
- Hlušík, A. (1998a): *Co v krajině odhalil obchvat. Svobodný hlas. Ročník 8, číslo 42, s. 4*
- Hlušík, A. (1998b): *Co v krajině odhalil obchvat. Svobodný hlas. Ročník 8, číslo 43, s. 4*
- Hončík, L.: *Přehled historicky doložených úvodních důlních děl*. in Kurial, J., Šarboch, P., Pravňanský, D., Fojtík, M., Vybíral, P., Khestl, M. et Lovíšková, T. (eds.) (2006): *Dobývání uhlí na Kladensku*. OKD, a. s., Ostrava.
- Horad, V. (1968): *Průvodní zpráva k inženýrsko-geologické mapě oblasti města Slaný. Stavební geologie*, n. p., Praha
- Horný, R., Havlíček, V., Holub, V., Chlupáč, I., Jetel, J., Klein, V., Kodým ml., O., Kopecký, L., Kunský, J., Líbalová, J., Odehnal, L., Pacovská, E., Röhlich, P., Soukup, J. et Václ, J.

- (1963): Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1 : 200 000 M-33-XV Praha. Geofond, Praha
- Horný, R. (1996): Geologická mapa ČR. Mapa předčtvrtohorních útvarů 1:200 000 List Praha. 3. vydání. Český geologický ústav, Praha
- Hruška, J. (2016): D7 Slaný – Hranice střeđočeského kraje, zkapacitnění silnice, aktualizace DÚR, hydrogeologický monitoring. SUDOP PRAHA a.s., Praha
- Hynie, O. (1961): Hydrogeologie ČSSR I. Prosté vody. Nakladatelství ČSAV, Praha
- Cháb, J., Stráník, Z. et Eliáš, M. (2007): Geologická mapa České republiky. Česká geologická služba, Praha
- Chlupáč, I. et Štorch, P. (eds.) (1992): Regionálně geologické členění Českého masívu na území České republiky. Časopis pro mineralogii a geologii. Ročník 37, číslo 4, s. 257 – 275
- Chlupáč, I., Brzobohatý, R., Kovanda, J. et Stráník, Z. (2011): Geologická minulost České republiky. 2. vydání. Academia, Praha
- Kačura, G. (1992): Hydrogeologická mapa ČR 12-12 Louny. Český geologický ústav, Praha
- Kratochvíl, A. (1989): Hydrogeologická mapa ČSR 12-23 Kladno. Český geologický ústav, Praha
- Krásný, J., Císlerová, M., Čurda, S., Datel, J. V., Dvořák, J., Grmela, A., Hrkal, Z., Kříž, H., Marszałek, H., Šantrůček, J. et Šilar, J. (2012): Podzemní vody České republiky: regionální hydrogeologie prostých a minerálních vod. Česká geologická služba, Praha
- Krátká, J. (1962): Průvodní zpráva k urbanistickogeologickému výzkumu městské oblasti Buštěhradu. Geologický průzkum, n. p., Praha
- Lešner, J. (2007): Zkapacitnění silnice I/7. Slaný – hranice Střeđočeského kraje. SUDOP PRAHA a.s.
- Lochman, Z. (1991): Mapa inženýrskogeologického rajónování ČR 12-21 Kralupy nad Vltavou. Ústřední ústav geologický, Praha
- Malkovký, M., Benešová, Z., Čadek, J., Holub, V., Chaloupský, J., Jetel, J., Müller, V., Mašín, J. et Tásler, R. (1974): Geologie české křídové pánve a jejího podloží. Ústřední ústav geologický, Praha
- Matoušek, V. (1964): Seismický průzkum v oblasti KRP – Telce. Vrt 16.500/XXXII – Cítoliby. Geologický průzkum, n. p., Praha

- Matula, M. et Pašek, J. (1986): Regionálna inžinierska geológia ČSSR. Alfa, Bratislava
- Mašek, J. (1995): Základní geologická mapa ČSFR 1:25 000. List 12-232 Buštěhrad. Český geologický ústav, Praha
- Mašek, J., Jadrníček, P., Klener, J., Mentlík, T., Pospíšil, J., Suchánek, Z., Šalanský, K., Šebesta, J., Zelenka, P. et Zoubek, J. (1990): Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1:25 000: 12-232 Buštěhrad. Ústřední ústav geologický. Praha.
- Mentlík, T. et Burda, J. (1988): Hydrogeologická mapa ČSR 12-21 Kralupy nad Vltavou. Český geologický ústav, Praha
- Nemčok, A., Pašek, J. et Rybář, J. (1974): Dělení svahových pohybů. Sborník geologických věd. číslo 23, s. 5 – 31
- Opluštil, S.: Vznik a geologická stavba kladenského revíru. in Kurial, J., Šarboch, P., Pravňanský, D., Fojtík, M., Vybíral, P., Khestl, M. et Lovíšková, T. (eds.) (2006): Dobývání uhlí na Kladensku. OKD, a. s. Ostrava.
- Olmer, M., Herrmann, Z., Kadlecová, R., Prchalová, H., Burda, J., Čurda, J., Krejčí, Z., Skořepa, J., Hartlová, L. et Michlíček, E. (2006): Hydrogeologická rajonizace České republiky. Sborník geologických věd. číslo 11, s. 77 – 97
- Pešek, J. et Sivek, M. (2012): Uhlonosné pánve a ložiska černého a hnědého uhlí České republiky. Česká geologická služba, Praha.
- Petránek, J., Březina, J., Břízová, E., Cháb, J., Loun, J. et Zelenka, P. (2016): Encyklopedie geologie. Česká geologická služba, Praha.
- Plšková, M. et Šmejkalová, T. (2014): Závěrečná zpráva. R7 Panenský Týnec – zkapacitnění obchvatu. Podrobný geotechnický průzkum pro DSP. ARCADIS CZ a.s., Praha
- Pospíšil, J. et Bičík, M. (1991): Mapa inženýrskogeologického rajónování ČR 12-23 Kladno. Ústřední ústav geologický, Praha
- Rybář, J. et Novotný, J. (2003): Zpráva o zvýšeném výskytu sesuvů v České republice v zimním období 2002/2003. Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, Praha
- Schröfel, J. (2016): Inženýrskogeologické posouzení svahových deformací. in Hotový, P. (2016): D7 havárie – sesuvy. II. etapa sanace skalního zářezu. KO-KA s.r.o., Praha
- Sušický, Z. (1990): Slaný-obchvat St.3a. Zpráva o výsledcích geologickoprůzkumných prací. Stavební geologie, n. p., Praha

- Sýkora, J. (1995): Slaný – obchvat, stavba II. Jednoetapový inženýrskogeologický průzkum. GEOAKTIV, v.o.s., Praha
- Tyráček, J. (1991): Geologická mapa ČR 12-12 Louny. Ústřední ústav geologický, Praha
- Urbánek, L. (1958): Průvodní zpráva k urbanisticko-geologickému výzkumu městské oblasti Louny. Ústav stavební geologie, Praha
- Vejlupek, M. (1988): Geologická mapa ČSR 12-21 Kralupy nad Vltavou. Ústřední ústav geologický, Praha
- Vejlupek, M. (1988): Geologická mapa ČSR 12-23 Kladno. Ústřední ústav geologický, Praha
- Vosáhlová, J., Alfoeldi, K., Dudík, F., Přes, J., Sanža, L., Sedlák, J. et Starý, J. (2009): R7 Louny, zkapacitnění obchvatu. Podrobný geotechnický průzkum. Závěrečná zpráva. AZ Consult, spol. s r. o., Ústí nad Labem
- Záruba, Q. et Mencl, V. (1954): Inženýrská geologie. Nakladatelství ČSAV, Praha.
- Záruba, Q. et Mencl, V. (1974): Inženýrská geologie. 3. vydání. Academia, Praha
- Záruba, Q. et Mencl, V. (1987): Sesuvy a zabezpečování svahů. 2. vydání. Academia, Praha
- Zoubek, V., Lorenz, W. et Hoth, K. (1996): Geologická mapa ČR. Mapa předčtvrtohorních útvarů 1:200 000 List Teplice-Annaberg-Buchholz. 3. vydání. Český geologický ústav, Praha

Internetové zdroje

- Česká geologická služba: Geovědní mapy 1 : 50 000 [online] [cit. 01-05-2019]
Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>
- Česká geologická služba: Geologická mapa 1 : 25 000 [online] [cit. 01-05-2019]
Dostupné z: http://mapy.geology.cz/geocr_25/
- Česká geologická služba: Hydrogeologická rajonizace [online] [cit. 01-05-2019]
Dostupné z: http://mapy.geology.cz/hydro_rajony/
- Česká geologická služba: Surovinový informační systém (SurIS) [online] [cit. 01-05-2019]
Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/suris/>
- Česká geologická služba: Důlní díla a poddolovaná území [online] [cit. 01-05-2019]
Dostupné z: https://mapy.geology.cz/dulni_dila_poddolovani/

Česká geologická služba: Svahové nestability [online] [cit. 01-05-2019]
Dostupné z: https://mapy.geology.cz/svahove_nestability/

Česká geologická služba: Vrtná prozkoumanost [online] [cit. 01-05-2019]
Dostupné z: https://mapy.geology.cz/vrtna_prozkoumanost/

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.: Mapa VH a ochrana vod
[online] [cit. 01-05-2019] Dostupné z:
[https://heis.vuv.cz/data/webmap/isapi.dll?map=mp_heis_voda&TMPL=HVMAP_](https://heis.vuv.cz/data/webmap/isapi.dll?map=mp_heis_voda&TMPL=HVMAP_MAIN&IFRAME=0)
[MAIN&IFRAME=0](https://heis.vuv.cz/data/webmap/isapi.dll?map=mp_heis_voda&TMPL=HVMAP_MAIN&IFRAME=0)

Webové mapové služby (WMS)

Česká geologická služba:

Geologická mapa České republiky 1 : 50 000 (GEOČR50). Lokalizace:
<http://mapy.geology.cz/arcgis/services/Geologie/geocr50/MapServer/WMSServer>

Poddolovaná území. Lokalizace:
[http://mapy.geology.cz/arcgis/services/Dulni_Dila/poddolovana_uzemi/MapServer/WMS](http://mapy.geology.cz/arcgis/services/Dulni_Dila/poddolovana_uzemi/MapServer/WMSServer)
[Server](http://mapy.geology.cz/arcgis/services/Dulni_Dila/poddolovana_uzemi/MapServer/WMSServer)

Surovinový informační systém (SurIS). Lokalizace:
[http://mapy.geology.cz/arcgis/services/Suroviny/Surovinovy_informacni_system/MapSer](http://mapy.geology.cz/arcgis/services/Suroviny/Surovinovy_informacni_system/MapServer/WMSServer)
[ver/WMSServer](http://mapy.geology.cz/arcgis/services/Suroviny/Surovinovy_informacni_system/MapServer/WMSServer)

Český úřad zeměměřičský a katastrální

Prohlížeč služba WMS - ZM200. Lokalizace:
http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZM200_PUB/WMSservice.aspx

Prohlížeč služba WMS – ZM50. Lokalizace:
http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZM50_PUB/WMSservice.aspx

Prohlížeč služba WMS – ZM10. Lokalizace:
http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZM10_PUB/WMSservice.aspx

10. Přílohy

Přílohy vázané:

Příloha č. 1: Soupis dokumentačních bodů a dokumentace archivních vrtů využitých
v IG řezech

Přílohy volné:

Příloha č. 2: Přehledná situace zájmového území v měřítku 1 : 150 000

Příloha č. 3: Situace poddolovaných a ložiskových území v zájmovém území v měřítku
1 : 150 000

Příloha č. 4: Geologická mapa zájmového území s vysvětlivkami v měřítku 1: 50 000

Příloha č. 5: Podrobná situace zájmového území v měřítku 1 : 40 000

Příloha č. 6: Inženýrskogeologický řez A – A' v zářezovém úseku Brandýsek v měřítku
1 : 200/100

Příloha č. 7: Inženýrskogeologický řez B – B' v zářezovém úseku Knovíz v měřítku
1 : 200/100

Příloha č. 8: Inženýrskogeologický řez C – C' v zářezovém úseku Louny-prům. zóna
v měřítku 1 : 200/100

Příloha č. 9: Inženýrskogeologický řez D – D' v zářezovém úseku Louny-křížení
v měřítku 1 : 200/100