

Univerzita Karlova v Praze Přírodovědecká fakulta

Ústav hydrogeologie, inženýrské geologie a užití geofyziky

Studijní program: Geologie
Studijní obor: Aplikovaná geologie



Bc. Radka Kalinová

Sestavení digitální modelové inženýrskogeologické 3D mapy
v M 1:5 000 pro území listu 6 - 8 Kralupy nad Vltavou

Compilation a digital 3D engineering geological map
in scale 1:5 000 map sheet 6 - 8 Kralupy nad Vltavou

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: Ing. Petr Kycl

Konzultant diplomové práce: RNDr. Bedřich Mlčoch

Praha, 2014

Prohlášení:

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

V Praze, 2. 8. 2014

Podpis

Poděkování

Chtěla bych poděkovat vedoucímu práce panu Ing. Petru Kyclovi z České geologické služby se sídlem v Praze na Klárově, za cenné rady a čas, který mi věnoval. Poděkování též patří konzultantovi práce panu RNDr. Bedřichu Mlčochovi z České geologické služby se sídlem v Praze na Klárově za pomoc s modelací map a za odborné připomínky.

Dále bych chtěla poděkovat paní RNDr. Zuzaně Skácelové z České geologické služby se sídlem v Jeseníku za pomoc při práci s programem Surfer. Děkuji panu Mgr. Jakubu Urbanovi z PUDIS, a.s. za možnost účasti při dokumentaci vrtných průzkumů pro stavbu obchvatu R1, panu Ing. Janu Malíkovi z České geologické služby se sídlem na Klárově za poskytnuté odborné informace, paní Michaele Zemkové z České geologické služby se sídlem na pražském Klárově za kvalitní technické zázemí, paní Janě Maškové z PUDIS, a.s. za přístup do archivu společnosti PUDIS a České geologické službě se sídlem na Klárově za možnost využívání jejich hardwaru i softwaru.

Abstrakt

Diplomová práce poukazuje na možnost využití 3D modelování pro vymezení inženýrskogeologických rajonů. Zabývá se územím stanoveným na mapě 6 – 8 Kralupy nad Vltavou v měřítku 1:5 000, kde vystupují horniny, popř. zeminy, jež lze zařadit do jedenácti rajonů, z nichž devět stropů rajonů bylo využito pro modelaci. Výsledky zobrazují mapové přílohy, které obsahují inženýrskogeologickou mapu všech devíti stropů rajonů s 3D řezem ve směru osy x, pět 2D a 3D povrchů s vyznačenými příslušnými rajony, mapu dokumentačních bodů a DVD nosič, který je otevřenou databází. Trojdimenzionální modelování představuje výhodu hlavně v podobě řezů, kde jsou ihned k vidění kromě horninového prostředí také mocnosti jednotlivých vrstev. Toto by mohlo mít praktické využití při stavbě podzemních objektů, například tunelů, kde by to znamenalo zkrácení doby projektování. Zobrazení rajonů ukázalo možnost chybně popsanych některých archivních vrtů. Chyby v popisech se mohou týkat například záměny vrstvy neogenního písku za písek kvartérní. U popisu nových geologických průzkumných prací, při užití přílohy č. 4, může být tato možnost záměny výrazně ovlivněna. Digitální forma zpracování archivních dat do databáze a projekce mapových listů v programovém prostředí Surfer, představuje mimo jiné časovou úsporu v případě potřeby budoucího využití území (územní plánování).

Summary

The dissertation is about using the opportunity of 3D modelling geological settings for defining engineering geology zoning. The model area represents the map sheet 6 - 8 Kralupy nad Vltavou in scale 1:5 000, which is built by rocks (pre-Quaternary) and soils (Quaternary cover) divided into eleven engineering geology zones. The results of modelling are shown on the map appendices, which are engineering maps of the individual roof (surface) of zones, including the 3D section in the direction of x axis and also five of the 2D maps of roof of selected zones with the 3D schematic models. The integral part is the map of documentation points and their database on DVD. Three dimensional modelling presents a benefit mainly through the solutions, where are visible the spatial geological settings including the thickness individual layers, respectively zones. These display options can be practically used at designing underground buildings, e.g. tunnels, where it would mean shortening time the preparation of the project. Modelling of the zones also shows a possibility of distinguishing the mistakes at some archive hole. For example, the mistakes in descriptions can relate to confusion of Neogene's sand layer for Quaternary's sand. In the description of new geological survey, when using appendix no. 4, can be the confusion significantly affected. The digital form of processing archival data into the database and the projection maps sheet in Surfer software, besides other things presents the timesaving if necessary future land use (land planning).

OBSAH

1. ÚVOD.....	1
2. METODIKA PRÁCE.....	3
3. PŘÍRODNÍ POMĚRY.....	4
3.1 GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY.....	4
3.2 KLIMATICKÉ POMĚRY.....	5
3.4 HYDROLOGICKÉ POMĚRY.....	6
3.5 HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY.....	6
3.6 NEROSTNÉ SUROVINY.....	9
4. ZÁKLADNÍ GEOLOGICKÁ STAVBA ÚZEMÍ.....	10
5. INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉ POMĚRY.....	14
6. TERÉNNÍ PRÁCE.....	24
7. POUŽITÍ PROGRAMU SURFER 10.....	26
8. PROBLÉMY PŘI TVORBĚ MAP, NÁMĚTY K METODICE.....	30
9. SHRNTÍ VÝSLEDKŮ.....	40
10. DISKUZE VÝSLEDKŮ.....	42
11. KOMPLIKACE PŘI PŘÍPADNÉ NOVÉ VÝSTAVBĚ.....	43
12. ZÁVĚR.....	44
PŘEHLED POUŽITÝCH PODKLADŮ.....	46

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Zájmové území zobrazeno v rámci širšího území a klad listů 1:5 000 (mapový podklad v měřítku 1:25 000 a výřez v měřítku 1:10 000).....	1
Obr. 2. Měření kapesním penetrometrem.....	24
Obr. 3. Vrtné jádro vrtu J 320.....	25
Obr. 4. Polygony rajonu Sj převzaté z Podrobné inženýrskogeologické mapy.....	27
Obr. 5. Polygony vlastní interpretace rajonu Sj.....	27
Obr. 6. Regionálně geologicky zpracované vrty pánevních oblastí Českého masívu pro zájmové území ve 2D zobrazení.....	29
Obr. 7. Vrtaná sonda 66 s chybnou souřadnicí z.....	32
Obr. 8. Vrtaná sonda 66 po opravě z-ové souřadnice.....	33
Obr. 9. Část údolí Dražanského potoka od západního okraje zájmového území s neprůběžným dnem.....	34
Obr. 10. Část údolí Dražanského potoka od západního okraje zájmového území s opravenými izoliniemi.....	34
Obr. 11. Anomální dokumentační body způsobující atypické izolinie povrchu Mn_Ss_Sj_Np_Ft.....	35
Obr.12. Vrt 76, u něhož nebylo z popisu patrné, zda se jedná geneticky o terciér či kvartér.....	37
Obr. 13. Izolinie povrchu Mn_Ss s rajonem Ss vytvořeným pomocí matematického odečtu – od 0,5 m mocnosti.....	39
Obr. 14. Izolinie povrchu Mn_Ss s rajonem Ss vytvořeným pomocí funkce digitize.....	39
Obr. 15. Digitálně vytvořený řez zájmovým územím podle osy x (5 krát převýšeno).....	40
Obr. 16. 3D model zájmového území s vyznačenými inženýrskogeologickými rajony (5 krát převýšeno).....	42

SEZNAM TABULEK

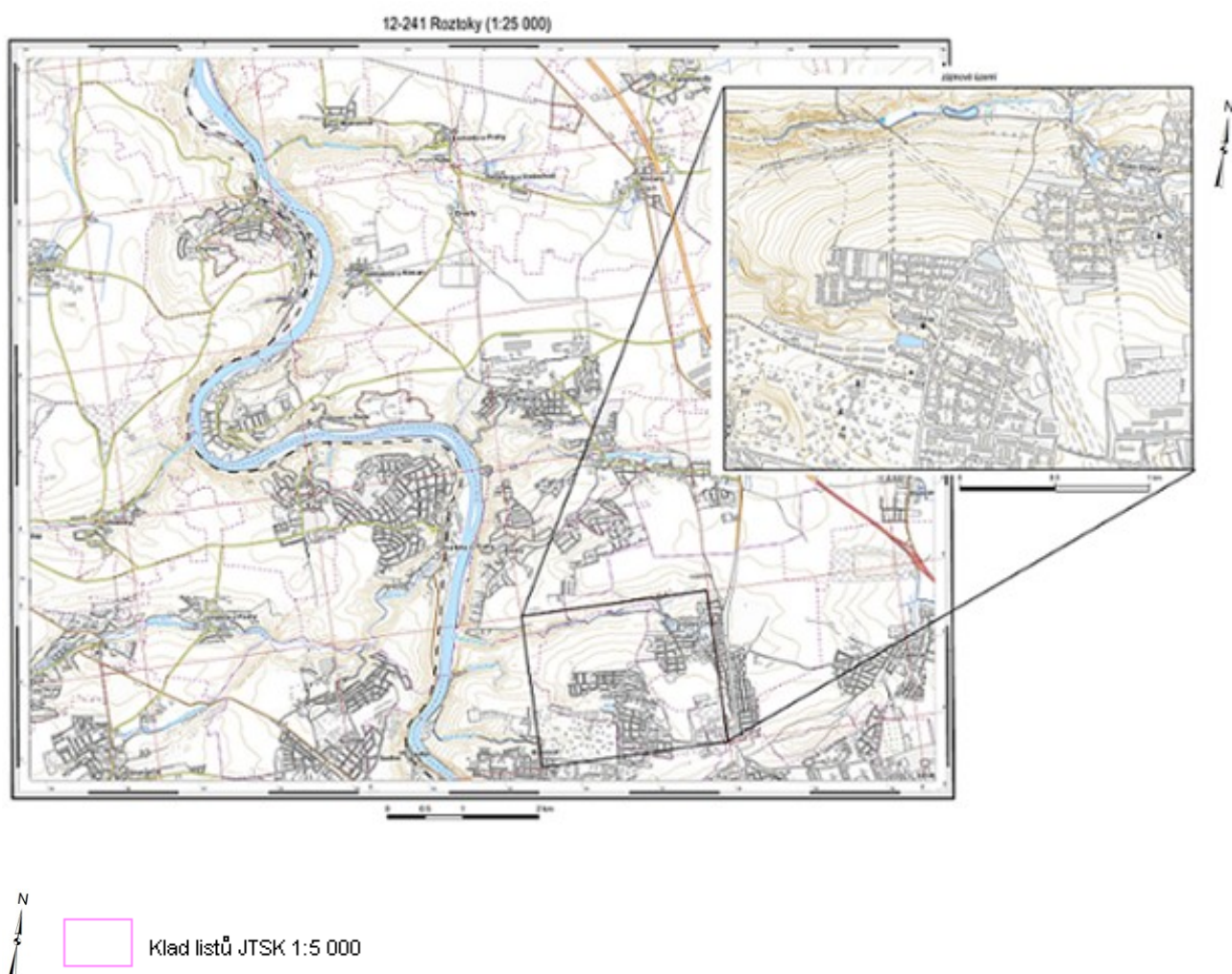
Tabulka 1. Chronostratigrafická tabulka.....	10
Tabulka 2. Přehled rajonů v zájmovém území a jejich stručná inženýrskogeologická charakteristika	15
Tabulka 3. Terénní dokumentace přizpůsobená zadání diplomové práce.....	25
Tabulka 4. Přehled dokumentačních bodů s chybnými souřadnicemi z.....	32

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č. 1: Inženýrskogeologická mapa - list 6 - 8 Kralupy nad Vltavou v M 1:5 000
- Příloha č. 2: Inženýrskogeologická mapa - list 6 - 8 Kralupy nad Vltavou v M 1:5 000, prostorové vymezení rajonu Mn
- Příloha č. 3: Inženýrskogeologická mapa - list 6 - 8 Kralupy nad Vltavou v M 1:5 000, prostorové vymezení rajonů Ss, Sj
- Příloha č. 4: Inženýrskogeologická mapa - list 6 - 8 Kralupy nad Vltavou v M 1:5 000, prostorové vymezení rajonů Np, Ft
- Příloha č. 5: Inženýrskogeologická mapa - list 6 - 8 Kralupy nad Vltavou v M 1:5 000, prostorové vymezení rajonu Es
- Příloha č. 6: Inženýrskogeologická mapa - list 6 - 8 Kralupy nad Vltavou v M 1:5 000, prostorové vymezení rajonů D, Fn, An
- Příloha č. 7: Mapa dokumentačních bodů - list 6 - 8 Kralupy nad Vltavou v M 1:5 000
- Příloha č. 8: DVD nosič

1. Úvod

Cílem mé diplomové práce je prostorové vymezení a znázornění inženýrskogeologických rajonů, tedy komplexů horninového prostředí s podobnými geotechnickými, geomechanickými či geofyzikálními vlastnostmi pro území stanovené na mapě 6 – 8 Kralupy nad Vltavou v měřítku 1:5 000. Souřadnice mapy 6 – 8 Kralupy nad Vltavou se od map, vytvořených v rámci této diplomové práce nepatrně liší. 6 – 8 Kralupy nad Vltavou: směr x: min: -742500, směr y: min: -1038000, směr x: max: -740000, směr y: max: -1036000 (odečteno ze souřadného systému S-JTSK_Krovak). Mapové přílohy diplomové práce: směr x: min: -742493.7553, směr y: min: -1038000, směr x: max: -740022.5, směr y: max: -1035983.8. Rozdíl obou map viz Obr. 1.



Obr. 1. Zájmové území zobrazeno v rámci širšího území a klad listů 1:5 000 (mapový podklad v měřítku 1:25 000 a výřez v měřítku 1:10 000, zdroj: <http://ags.cuzk.cz/arcgis/services>; upraveno)

Důvod drobné odlišnosti je, že pro nově vzniklé mapy byl použit grid, který navrhl program Surfer podle dat podloží (rajon Mn), dle tohoto gridu byly dále tvořeny i další povrchy.

Zájmové území o rozloze přibližně 5 km² je situované na pravém břehu Vltavy v okolí Čimic, Dolních Chaber, Bohnic, Beranova a obce Brnky. Územím protékají tři toky, které jsou pravými přítoky Vltavy. Jedná se o Drahanský potok, Čimický potok a Bohnický potok. V řešeném území se nacházejí chráněné oblasti. Čimické údolí je přírodní památkou a západní část Drahanské rokle je součástí přírodního parku Drahaň – Troja. Historické rezervace jsou chráněná oblast v Dolních Chabrech a oblasti v Čimicích i severně od nich. Kulturní památkou je areál Psychiatrické léčebny Bohnice. Více než čtvrtina území listu 6 – 8 Kralupy nad Vltavou je využívána pro zemědělství. Nejkvalitnější zemědělské půdy, černozemě, jsou uloženy na spraších a situované na jih od Drahanské rokle. Nejdůležitější komunikace vede ulicí Čimická a na ni navazující Spořickou ulicí, které se mimo zájmové území napojují na silnici II/608 vedoucí z Prahy do Terezína. S ulicí Ústecká, kterou vede komunikace II/608, je spojena také ulice K Ládví.

Pro splnění stanoveného cíle byla potřeba provést rešerši literatury, vyhledat cenné archivní údaje o dokumentačních bodech, účastnit se dokumentace nových vrtných průzkumů realizovaných v severní části Prahy pro stavbu obchvatu R1 a naučit se pracovat s 3D softwarem. Kromě dat ze skutečných průzkumů byly vytvořeny umělé dokumentační body v místech s málo daty pro přesnější vymezení rajonů a pro úpravu izolinií. V tabulkovém procesoru Microsoft Excel se data uspořádávala a v programu Surfer 10 pak probíhala samotná modelace. Práce navazuje na inženýrskogeologické mapy Prahy z 60. – 70. let minulého století v měřítku 1:5 000, které jsou dodnes jediným zdrojem orientačního průzkumu v Praze (mapa 6 - 8 Kralupy nad Vltavou byla roku 1993 aktualizována) a nově na 3D regionálně geologické zpracování vrtů pánevních oblastí Českého masívu pro území Prahy.

V území lze rozlišit jedenáct inženýrskogeologických rajonů. Rajon nízko metamorfovaných hornin, rajon kompaktních vulkanických hornin, rajon magmatických intruzivních hornin, rajon pískovcových a slepencových hornin, rajon jílovcových a prachovcových hornin, rajon písčitých sedimentů, rajon pleistocénních říčních sedimentů (terasy), rajon spraší a sprašových hlín, rajon deluviálních (svahových) a

deluviofluviálních (splachových) sedimentů, rajon náplavů nížinných toků včetně fluviolakustrinních sedimentů a rajon antropogenních uloženin. Pro modelování byly použity stropy devíti rajonů, rajon kompaktních vulkanických hornin a rajon magmatických intruzivních hornin byly zahrnuty pod rajon nízko metamorfovaných hornin, neboť mají malý plošný rozsah a zanedbatelnou mocnost. K jednotlivých rajonům byly následně přiřazovány horniny, popř. zeminy, které v území vystupují.

Výsledný interaktivní model tvoří otevřená databáze, která může být následně průběžně doplňována o nová data z později realizovaných průzkumů. Struktura databáze je koncipována tak, aby umožnila export pro libovolný 3D software. Výstupy by měly ukázat, jaké problémy mohou v průběhu tvorby nastat, jaká je časová náročnost a zda je možné tímto směrem pokračovat a rozšířit tak 3D modelování na celé území Prahy.

2. Metodika práce

Diplomová práce se skládá z dvanácti kapitol. Nejprve byla provedena rešerše literatury. Nejdůležitější podklady pocházejí z České geologické služby se sídlem na pražském Klárově a z ČGS útvaru Geofond se sídlem v Kostelní ulici Praha 7. Zdroje dat lze rozdělit na tři skupiny.

Nejširší skupinou jsou data z **dokumentačních bodů**. Byly využity vrtané sondy, kopané sondy a výkopy, odkryvy přirozené i umělé a pomocné sondy, znázorněné na mapě dokumentačních bodů 6 – 8 Kralupy nad Vltavou v měřítku 1:5 000 ze 70. let 20. století (Geoindustria, n.p. Praha). Mapa obsahuje 482 dokumentačních bodů (studny číslovány zvlášť). Informace o těchto průzkumech bylo možné vyhledat v České Geologické službě - Geofondu. V devadesátých letech byla mapa rozšířena o dalších 210 dokumentačních bodů (K+K průzkum, Praha 8), které Geofond nemá k dispozici a bylo možné je dohledat v PUDIS, a.s. Využito bylo také 10 vrtů z let 2003 a 2006, které dokumentovala společnost PUDIS a byly nalezeny v jejich archivu. Další data pocházejí ze zakoupené databáze GDO ČGS – Geofondu, která byla poskytnuta v databázovém softwaru Microsoft Access. Některé objekty se shodovaly s těmi na mapě z roku 1993 od společnosti K+K průzkum. Celkem databáze obsahovala 111 dokumentačních bodů, z nichž 7 byly studny. Další kroky vedly do terénu, odkud pochází 55 údajů z průzkumu pro stavbu obchvatu R1. Všech se nebylo možné zúčastnit, neboť některé proběhly před zadáním diplomové práce. Účast byla u průzkumů v červenci a srpnu roku 2013 a

průzkumů, na které bylo docházeno v rámci předmětu Metody IG průzkumu II. Zbylé údaje poskytl Mgr. Jakub Urban v příloze č. 3 k Závěrečné zprávě o podrobném geotechnickém průzkumu pro úsek „Silničního okruhu kolem Prahy“ SOKP 519 Suchdol – Březiněves, silniční a tunelová část.

Druhou skupinou jsou **data z povrchu** o celkovém počtu 247. Jedná se o uměle vytvořené dokumentační body v místech s nedostatkem skutečných dokumentačních bodů pro přesnější vymezení rajonů.

Třetí skupinou je 179 **uměle vytvořených dokumentačních bodů pro úpravu izolinií**. Body byly zhotoveny kvůli neprůběžnosti údolí Dražanského a Čimického potoka, které tak z důvodu nedostatku dodaných dat vymodeloval program Surfer.

Uměle vytvořené body byly ověřeny terénními pracemi nebo převzaty z Podrobné inženýrskogeologické mapy v M 1:5 000 (K+K průzkum, Praha 8).

Celkově tedy bylo použito a zpracováno **1287 dokumentačních bodů**.

Údaje z dokumentačních bodů byly přiřazeny k rajonům. Při určování příslušných rajonů byla nápomocna základní geologická mapa ČSSR 1:25 000 12 – 241 Roztoky. Z tabulkového procesoru Microsoft Excel byla poté data exportována do programu Surfer 10, kde probíhala modelace. Jako první byly do Surferu připojena data jen ze skutečných dokumentačních bodů. Po promítnutí bylo z izolinií patrné, že u několika jsou chybné z-ové souřadnice. Tyto byly opraveny nebo odstraněny. Poté se k údajům ze skutečných průzkumů přidala data pro přesnější vymezení inženýrskogeologických rajonů vzaté z povrchu a následně i data pro úpravu izolinií. Následně proběhlo modelování polygonů v 2D. Pro 3D modely bylo nutné vytvořit gridy výřezů z povrchu. Na závěr byl proveden řez podle osy x na souřadnici -741500 a jeho následná úprava v grafickém editoru CorelDraw 11. Řez je znázorněn v příloze č. 1.

3. Přírodní poměry

3.1 Geomorfologické poměry

Podle geomorfologického členění ČSSR z roku 1972 náleží území k Poberounské soustavě, Kladenské tabuli (Straka et al., 1988). Terén je středně členitý. Výraznými

morfologickými faktory jsou ostře zaříznutá údolí přítoků Vltavy, hlavně údolí situované na severu území – Dražanská rokle, která je orientována V – Z směrem. Nejhlouběji zaříznutá je jeho západní část, neboť je pravděpodobně tektonicky predisponovaná. Údolní niva je velmi málo vyvinutá, ve strmých svazích se nachází četné skalní výchozy. Směrem k východu se rokle změkčuje a rozšiřuje se údolní niva do šířky 80 – 100 m. V Dolních Chabrech se pak rokle rozděluje na lokální mělké deprese. Druhé, méně hluboké údolí začíná v ploché depresi východně od městské části Čimice. Je orientováno stejným směrem jako Dražanská rokle a směrem na západ se ostře zařezává do proterozoických hornin. Tato dvě údolí jsou jedinými přírodními morfologickými prvky, jinak plochého území s generelním sklonem k západu, k údolí Vltavy. Nejvyšší body paroviny se nacházejí ve východní části mapy, v nadmořské výšce kolem 310 m n.m. Povrch údolní nivy v západní části Dražanské rokle je v nadmořské výšce 210 m n.m. Terén řešeného území je ve značné míře antropogenně vytvářen z důvodu dříve probíhající těžby písku. Takřka celá jihovýchodní část byla zahrnuta v těžebním plánu pískoven. Písky se těžily v rozsáhlých jámách, které byly následně zaváženy městským odpadem a znovu rekultivovány nebo zahrnovány sprašovým materiálem ze skrývek. Rekultivace byla prováděna nepečlivě, docházelo k míšení humózních horizontů se spraší a zakrytí cizorodého zavážkového materiálu v mnohých lokalitách není dostatečné. Těžba probíhala také severovýchodně od Čimic. Další antropogenní ovlivnění morfologie území zapříčinila těžba kamene a výlomy při úpravách povrchu v neoproterozoických horninách v údolí Dražanského a Čimického potoka (Němeček et al., 1975).

3.2 Klimatické poměry

Hodnocené území spadá do teplé oblasti, mírně suché, s mírnou zimou. Srážkový úhrn je 521 mm (dlouhodobá průměrná charakteristika měřena na stanici Podbaba). Srážkami je nejbohatší měsíc červenec a nejchudší měsíc únor. Průměrná denní teplota je 7,7°C (dlouhodobá průměrná charakteristika měřena na stanici Libeň). Nejteplejším měsícem je červenec, nejchladnějším leden (Němeček et al., 1975).

3.3 Hydrologické poměry

Hydrologicky patří řešené území k **povodí Vltavy**. Odvodňování zajišťují 3 potoky situované ve V - Z směru, které jsou současně místními erozivními bázemi. Jedná se o Dražanský potok, Čimický potok a Bohnický potok (Němeček et al., 1975). V území je odebírána povrchová voda, která je ale zranitelná ke znečištění. Pravobřežní přítoky Vltavy jsou zařazovány do II. třídy znečištění (Straka et al., 1988). Základní klasifikace dle ČSN 75 7221: I. a II. třída – neznečištěná a mírně znečištěná voda, III. třída – znečištěná voda, IV. – silně znečištěná voda a V. třída – velmi silně znečištěná voda (Blažek et al. 2006). Zdroje vody ohrožují hlavně zemědělské a průmyslové odpady (Straka et al., 1988).

3.4 Hydrogeologické poměry

Podzemní vody jsou méně zranitelné ke znečištění než vody povrchové, jejich využitelnost je ale nízká. Největší vodohospodářský význam má křídový pokryv a pokryv tvořený písčitymi a štěrkovitými sedimenty terciéru a kvartéru (Straka et al., 1988).

Svrchnoproterozoické horniny nemají mimo eluvia průlinovou propustnost a i v eluviích je nízká. Pukliny jsou obvykle sepnuté nebo druhotně vyplněné. Větší puklinovou propustnost lze zaznamenat jen u drobnějších mocností. Oběh puklinové podzemní vody je vázán zejména na pásmo zvětrávání hornin nebo na poruchové zóny. Intenzita i hloubka zvětrávání jsou v různých místech různé, lokálně se projevuje zvětrávání až v hloubkách desítek metrů. Úroveň hladiny podzemní vody v horninách z období proterozoika je značně ovlivněna dotací podzemní vody z nadložních terciérních písků a kvartérních teras. Souvislá hladina podzemní vody se neočekává. Některé žilné horniny jsou považovány za nepropustné, ale na kontaktu se sedimenty proterozoika v porušených zónách je právě možné se setkat se silnějším proudem podzemní vody. Hladina podzemní vody se nachází v hloubce 8 m a více pod terénem. Vzhledem k odvodňování území místními erozivními bázemi, nelze předpokládat vyšší dotace podzemní vody z hornin pokryvných útvarů. Při výkopech nebo stavbě objektů pod úrovní podzemní vody, lze očekávat přítoky vody vydatnosti pravděpodobně do desetin $l \cdot s^{-1}$ (Němeček et al., 1975). Na západ od ulice Ústecká (situovaná mimo

zájmové území) v Dolních Chabrech, 1 – 1,5 km od Dražanského potoka se v přípoверхové zóně zvětrání a rozpojení nachází puklinový kolektor se zvýšenou propustností. Kolektor je dotován vodou ze srážek, která infiltruje přes kvartérní pokryv a terciérní nebo křídové sedimenty. Jeho hladina je volná nebo jen mírně napjatá, konformní s morfoloickým reliéfem. K drenáži dochází při místní erozní bázi, což je v tomto případě údolí Dražanského potoka (Šmejkal, Holeček, Mikeš, 2006).

Cenomanské pískovce, převážně zvětrale na písek mají dobrou průlinovou propustnost, ovšem jejich nesouvislé rozšíření a malá mocnost neumožňují vytvoření významného zvodnění. Navíc jsou téměř vždy překryty jíly, které zabraňují infiltraci vody z nadloží nebo atmosférických srážek (Němeček et al., 1975).

Jílové sedimenty z období spodního turonu mají malý rozsah a jejich mocnosti jsou do 10 m. Tyto sedimenty jsou téměř nepropustné, voda na nich může infiltrovat jen písčítými polohami. Nejmladší křídové sedimenty v území – opuky, mají deskovitou odlučnost a jsou značně rozpukané. Puklinová propustnost je tedy dobrá, ale kvůli jejich malému rozsahu jsou hydrogeoloicky nevýznamné (Němeček et al., 1975).

Písky zdibského stadia mají velice dobrou průlinovou propustnost. Jejich výskyt je situován na jihovýchod a do středu zájmového území. Jejich podloží tvoří téměř nepropustné jílovité reliкты křídý a především jílovitě zvětrale svrchnoproterozoické horniny. Lze tedy předpokládat vznik souvislého obzoru podzemní vody. Dotace z atmosférických srážek je většinou přes eolické sedimenty, které tvoří pokryv. Zvodeň přibližně 2 m mocná je při bázi sedimentů. Vzhledem k jejich proměnlivé mocnosti byla hladina podzemní vody v tomto zvodněném obzoru zastižena v hloubkách až do 20 m pod terémem. Vydatnost studní, umístěných v písčích je v desetínách $l.s^{-1}$ až v $l.s^{-1}$. Přítoky do stavebních výkopů, které dosáhnou hladiny podzemní vody, lze očekávat v obdobných hodnotách. Přírodní prameny vod zdibského stadia nebyly zjištěny. Voda je z těchto sedimentů pravděpodobně propouštěna do podloží a skrz ně dotuje povrchové toky. Nad vložkami jílu se mohou vytvářet lokální obzory podzemní vody. Takové obzory byly zjištěny na jihovýchodě území a to v hloubkách 2,5; 5,6 a 7 m pod povrchem, mají malé plošné rozšíření i malou vydatnost a jsou snadno odvodnitelné do podloží (Němeček et al., 1975).

Kvartérní písky a štěrkopísky mají dobrou průlinovou propustnost. Při bázi souvrství se vytváří zvodeň podobného charakteru, jako u písků zdibského stadia.

Významnější obzor podzemní vody zde ale nevzniká, neboť mají malé rozšíření a báze těchto sedimentů je ukloněná po svahu (Němeček et al., 1975).

Spraše a sprašové hlíny mají dobrou průlinovou propustnost. Voda skrz ně infiltruje do podloží, tedy v nich obvykle nevznikají zvodnělé obzory. Mohly by vzniknout jen na jílovitých vložkách nebo v případě, že se eolické sedimenty uložily na nepropustné skalní podloží. Při zastižení stavebním výkopem lze předpokládat jen vydatnost v desetinách $l \cdot s^{-1}$. Zvodnělé obzory nad terasami lze v případě potřeby snadno odvodnit do podloží (Němeček et al., 1975).

Hlinité a hlinitokamenité deluviální sedimenty byly zjištěny jen v malém rozsahu a mocnosti do 6 m. Propustnost závisí na obsahu klastů, obecně se dá stanovit jako nízká. V deluviálních sedimentech se nevytváří obzory podzemní vody, přes ně pouze srážkové vody infiltrují do podloží (Němeček et al., 1975).

Hlinité až hlinitopísčité holocénní náplavy jsou téměř v celé mocnosti až 10 m zvodnělé. Stálý obzor mělké podzemní vody dotovaný vodou infiltrující z povrchu je v přímém kontaktu s vodou povrchového toku. Roku 1968 byla západně od rybníka v Čimicích, v náplavech vybudována studna o průměru 2 m pro zásobování pitnou vodou. Při čerpací zkoušce byla ověřena vydatnost zdroje bez snížení hladiny $3,9 l \cdot s^{-1}$, při snížení $2,9 - 11,3 l \cdot s^{-1}$ a po 96 hodinách čerpání téměř $6 l \cdot s^{-1}$. S podobnými vydatnostmi je nutno počítat i při stavebních výkopech kdekoliv v náplavech (Němeček et al., 1975).

Chemismus podzemních vod je dán několika základními faktory. Jsou to intenzita filtrace, časová délka infiltrace vody v daném prostředí a možnost obohacování vody z atmosférických srážek horninovým prostředím. V území převládají podzemní vody kalcium-bikarbonátového typu z prostředí spraší a sprašových hlín, teras a křídových sedimentů. Mineralizace je asi $1 g \cdot l^{-1}$, maximální mineralizace přesahuje $3 g \cdot l^{-1}$. V proterozoických horninách, kam voda infiltruje z povrchu, dochází k jejímu obohacování o síranové ionty, podzemní voda pak je typu kalcium-bikarbonát-sulfátového. Holocénní náplavy sbírají podzemní vodu z výše položených útvarů. Podzemní voda je také kalcium-bikarbonát-sulfátového typu, ale obsah SO_4^{2-} je zde nižší než u vod v horninách proterozoika. Ojedinele byla zjištěna podzemní voda se slabou síranovou agresivitou na PC betony. Podzemní voda má vždy lehce alkalickou reakci, hodnota $pH = 7,1 - 8$. Lokálně je možné zaznamenat zvýšení podílů NO_3^- , NO_2^-

a NH₄ díky vyluhování stále více používaných umělých hnojiv. Kvalitu podzemní vody ovlivňuje také možnost postupného vyluhování navážek. Ve vytěžených prostorách na jihovýchodě území je uložen odpad různého charakteru. V písčitých sedimentech vzniká nejvydatnější zdroj podzemní vody, využívaný v Čimicích a Dolních Chabrech. Jedná se o dobře propustné prostředí, infiltrováním srážkové vody se vyluhovává odpad. Může docházet i k periodickému zaplavování některých navážek, a tak i k zintenzivnění jejich loužení. V opakovaných rozborech se projevilo mírné zvýšení mineralizace, způsobené pravděpodobně vyluhováním navážek. Stále převládají vápenaté soli a kyselé uhličitany, ale zvýšil se obsah dusičnanů, aniontů chloru a hořčíkových kationtů. Uložení navážek došlo k znehodnocení mělké podzemní vody (Němeček et al., 1975). V centální části zástavby Dolních Chabrer musí být základové prvky objektů umístěné v dosahu hladiny podzemní vody vhodně zabezpečené (izolace), neboť byl ve vodě ověřen vysoký obsah CO₂ (Houda, 1992).

3.5 Nerostné suroviny

V řešeném území byly těženy droby a žilné proterozoické horniny v několika malých lomech v údolí Dražanského a Čimického potoka. Kámen se využíval jako štěrk silnic a stavební štěrk. Dnes už lomy nefungují, obě údolí jsou přírodními chráněnými oblastmi. Hlinitojílovité zvětralin y drob a břidlic je možné použít pro málo propustné zásypy stavebních jam a výkopů. Je nutné je ale hutnit (Němeček et al., 1975).

V akumulaci neogenních písků mezi Beranovem a Dolními Chabry byly zjištěny zásoby slévárenských a stavebních písků. Jedná se o jemně až středně zrnité žlutohnědé písky s příměsí jílu a štěrku (Straka et al., 1988). V minulosti probíhala v západní části Dolních Chabrer těžba těchto slévárenských písků, po které na současném povrchu z hlediska morfologie nezůstala žádná památka, neboť po odtěžení došlo k zavezení pískoven inertním a komunálním odpadem (Novotný, Štorek, 1998).

V západní části Dolních Chabrer se dobývaly eolické sedimenty pro výrobu cihel a krytiny (cihelna Dolní Chabry – dnes už zrušena, Straka et al., 1988). V morfologii terénu již nejsou pozůstatky těžby patrné (Novotný, Štorek, 1998).

V současné době nejsou v území evidovány žádné těžené dobývací prostory (<http://www.geology.cz/extranet/sgs/nerostne-suroviny/surovinovy-informacni-system>).

4. Základní geologická stavba území

Horniny, případně zeminy zájmového území chronostratigraficky seřazeny od nejstarších po nejmladší viz tabulka 1.

Tabulka 1. Chronostratigrafická tabulka (Zdroj: http://www.geology.cz/stratigraphy/tabulka/CZ-CHRONOSTRAT_2012.pdf; <http://www.geologicke-mapy.cz/mapy-internet/mapa/>; upraveno)

EONOTEM	ERATEM	ÚTVAR	ODDĚLENÍ	STUPEŇ	HORNINA/ZEMINA
proterozoikum	neoproterozoikum	-	-	-	droby, prachovce, břidlice, silicít
proterozoikum - fenerozoikum	neoproterozoikum - paleozoikum	-	-	-	žilný bazalt ("diabas"), spilit
fenerozoikum	paleozoikum	-	-	-	dioritový porfýrit
fenerozoikum	mezozoikum	křída	svrchní křída	cenoman	pískovce, slepence
fenerozoikum	mezozoikum	křída	svrchní křída	cenoman - turon	slínovce, vápnité jílovce, "opuky", prachovce
fenerozoikum	kenozoikum	neogén	pliocén	piacenz	lakustrinní a fluviolakustrinní píský
fenerozoikum	kenozoikum	kvartér	pleistocén	ion	terasové štěrky a štěrkopíský
fenerozoikum	kenozoikum	kvartér	pleistocén	tarant	spraše, sprašové hlíny s úlomky homin
fenerozoikum	kenozoikum	kvartér	pleistocén - holocén	-	hlinité, hlinitokamenité a písčitohlinité sedimenty
fenerozoikum	kenozoikum	kvartér	holocén	-	holocénní píský, hlíny, jíly, nivní sedimenty
fenerozoikum	kenozoikum	kvartér	holocén	-	antropogenní uložení

Svrchní proterozoikum zastupují především droby s vložkami prachovců a břidlic. Vložky prachovců a břidlic jsou rozmístěny nepravidelně, někde mohou obě horniny nad droby převládat a jedná se tak o vložky drob v prachovcích a břidlicích (Němeček et al., 1975). Tyto horniny patří do kralupsko-zbraslavské skupiny. V čerstvém stavu jsou droby černé masívní (Straka et al., 1988). Jejich zrnitost značně kolísá. Nejčastěji jsou v území jemnozrnné droby, také se tam nacházejí droby střednozrnné a jen výjimečně hrubozrnné. Zrnitost kolísá místy plynule, místy ostře. Základní hmota drob je tvořena jílovými minerály, chloritem a zrny klastických minerálů. Dále droby obsahují většinou částečně zaoblené úlomky křemene, albitu, draselných živců, muskovitu a hornin, méně pak těžké minerály, například epidot, zirkon a biotit. V jihovýchodní části zájmového území se nachází fylitické droby, prachovce a břidlice s výraznou, plošně paralelní stavbou, s úlomky výrazně usměrněnými a s výrazně rekrystalovanou základní hmotou. Způsob chaotického zvrstvení naznačuje, že bylo pravděpodobně způsobeno tektonikou v době ukládání

sedimentů, po zpevnění původně sypké horniny. Kliváž buď není, nebo není výrazná. Projevem tektoniky je i místy až nesouladné provrásnění některých partií drob, prachovců a břidlic a brekciovité partie v silicitech (Němeček et al., 1975). Silicity jsou masívní horniny tmavé barvy. Bývají značně rozpukány a seče je často bílý křemen. Pravděpodobně původně tvořily tabulovitá tělesa. Drobné polohy silicitů tvoří také vložky v břidlicích (Straka et al., 1988). Zastiženy byly jen v blízkosti Dražanského mlýna. Horniny svrchního proterozoika jsou různě zvětrány, někdy až do hloubky několika desítek metrů. Zvětrání má kapsovitý charakter (Němeček et al., 1975).

V okolí Dolních Chaběr je patrný výskyt slabě metamorfovaných bazaltů – spilitů z období **neoproterozoika**. Spility mají převážně charakter šedozelených hornin bez struktury, místy porfyrických hornin, někdy s výskytem karbonátu na odlučných plochách. Tyto horniny byly metamorfovány ve facii zelených břidlic. Složeny jsou hlavně z amfibolu, chloritu, minerálů epidotové skupiny, zoisitu, karbonátu, křemene, leukoxenu a albitu. Dále se v území nachází žilný bazalt („diabas“) z období **paleozoika**. Žilný bazalt je hrubozrnná, místy alterovaná hornina s proměnlivým složením i strukturou. Mimo jiné obsahuje značně chloritizovaný biotit, amfibolizovaný pyroxen a místy křemen a plagioklas. Struktura bývá ofitická, místy přechází do hlubinnějších struktur. Tvar, rozměry i zrnitost žilného bazaltu jsou pro území, ve kterém se nachází, atypické. Popisovaná hornina odpovídá hlubinnější části podpovrchové intruze (Straka et al., 1988).

Minoritně se v zájmovém území nalézá dioritový porfyrit z období **paleozoika**. Právě žíly obvykle sečou droby, břidlice a prachovce. Jejich mocnost je od několika centimetrů do několika metrů. Minerální složení i zrnitost je variabilní, obvyklé je zjemnění zrna směrem k okrajům žil (Straka et al., 1988). Obsahují hlavně minerál plagioklas a tmavé minerály. Je to hornina porfyrické struktury a tmavé barvy (Petránek, J., 1993). Směry žil jsou různé a nezávisí na petrografickém charakteru (Straka et al., 1988).

Plošně málo rozšířené středně zrnité až jemnozrnné jílovité až křemenné pískovce z období **svrchního cenomanu** jsou sedimenty korycanských vrstev. Mají dobrou vytříbenost a svrchní vrstvy obsahují glaukonit. Ke korycanským vrstvám jsou řazeny také blokové slepence v některých publikacích označovány jako příbojová facie. Tvoří výplně v silicitech (Straka et al., 1988).

Jednotka bělohorské souvrství zanechala v zájmovém území stopu v podobě slínovců, vápnatých jílovců a jemně písčitých slínovců s podílem jehlic hub („opuky“). Stáří těchto hornin je odhadováno na **cenoman až turon**. Původně pokrývaly většinu zájmového území, po regresi křídového moře ve větší míře denudovaly. V řešeném území se bělohorské souvrství ukládalo na podloží svrchního proterozoika, proto je báze tvořená prachovitými, písčitými a vápnatými jílovcí a prachovci s větší příměsí glaukonitu. Valounky velké až 2 cm bývají droby. Nad bazální polohou se nacházejí světle šedivé, obvykle nepravidelně skvrnitě vápnaté a prachovité jílovce a slínovce se známkami bioturbace. Tyto sedimenty obsahují ve větší míře křemen a hlavě bioklasty (jehlice hub, foraminifery), dále pak uhličitán vápenatý. Termínem opuky se označují pevné, nepravidelně deskovitě odlučné slínovce s větším množstvím úlomků fosilií a silnější kalcifikací (Straka et al., 1988). Jedná se o nejmladší horniny křídý v řešeném území, zjištěny byly ve východní části. Mají šedou až tmavošedou barvu (Němeček et al., 1975). Bělohorské souvrství se ukládalo na nerovný reliéf (Straka et al., 1988). Větší část křídových sedimentů nevystupuje na den. Uprostřed zájmového území jsou překryty písky zdibského stadia a dále sprašemi či sprašovými hlínami. V sedimentech křídý byla v mapovém území zjištěna tektonická porucha V – Z směru. Na západě území je zřejmě paralelní s dřívější tektonickou predispozicí Dražanské rokle nebo je na ni přímo navazující. Severní křídová kra poklesla asi o 10 m, což naznačuje průběh stálé polohy jílu s příměsí glaukonitu. Na východě území byl stejný výškový rozdíl ověřen i u deskovitých písčitých slínovců (Němeček et al., 1975).

Lakustrinní a fluviolakustrinní písky s drobným štěrčíkem a čookami jílu, patří do zdibského stadia **tercierního pliocénu**. Tyto sedimenty jsou uloženy v nadmořských výškách vyšších, než je tomu u kvartérních teras a není u nich patrná návaznost na vodní síť kvartéru. Jejich mocnost se pohybuje kolem 20 m. V těžebnách slévárenských písků při západním okraji Dolích Chaběr byla dříve akumulace dobře odkryta. Jedná se o rezavě až okrově hnědé, středně až hrubě zrnité křemenné písky s větším obsahem slídy, místy s valouny křemene nebo bulžníku o průměru 2 - 3 cm a deskovitými úlomky dekalifikovaných křídových hornin o průměru maximálně 10 cm. Z jílových poloh uvádí Hošek v publikaci z roku 1969 nález zkamenělé flóry. Žebera - Mikula r. 1982 uvádějí, že v akumulaci neogénních písků jsou také valounky achátů, jaspisu, vltavínu a chalcedonu (Straka et al., 1988).

Fluviální akumulace z období **pleistocénu** je složená ze světle šedých a rezavých, středně až hrubě zrnitých písčitých štěrků. Ve štěrkové složce převládají křemence, křemen, bulžník a úlomky podložních proterozoických hornin (Straka et al., 1988).

Z **kvartérních sedimentů** se v největším množství vyskytují v zájmovém území eolické sedimenty – hlavně spraše a sprašové hlíny z období würmu (Straka et al., 1988). Kromě strmých svahů údolí Dražanského a Čimického potoka, pokrývají celé řešené území. Jejich mocnost se pohybuje v rozmezí od 2 do 4 m, na mírných svazích vzrůstá, lokálně může být až 12 m. Nejnižších mocností dosahují, když překrývají křídové nebo proterozoické horniny (Němeček et al., 1975). Na jižním svahu horní části údolí Dražanské rokle byla ověřena mocnost 0,4 – 2,2 m (Chyba, 1999). Spraše a sprašové hlíny tvoří souvislý pokryv. Je složité je od sebe odlišit (Němeček et al., 1975). Sprašové hlíny se obvykle nachází na okrajích sprašových pokryvů. Hlavně na styku s neoproterozoikem je eolická složka spraší obohacena o klastické příměsi břidlic. Úlomky jsou značně vytríděné, velikosti do 1 cm. Spraše jsou v území obvykle značně vápnité, místy jemně písčité. Mají okrovou až žlutohnědou nebo světle šedou barvu a vykazují sloupcovitou odlučnost. Jsou zemědělsky využívány (Straka et al., 1988). V minulosti byly používány v cihlářském průmyslu (cihelna Dolní Chabry, Straka et al., 1988).

Pleistocénní až holocénní deluviální hlinitokamenité sedimenty se nachází obvykle na pozvolných svazích budovaných svrchnoproterozoickými horninami, v takovém případě mohou tvořit i souvislý povrch. Na strmějších svazích souvislý pokryv netvoří, střídají se s horninami proterozoika. Klastickou složku představují u těchto usazenin úlomky hornin svrchního proterozoika a valounky z teras. Hlíny mívají příměs písku. Deluviální sedimenty byly zaznamenány hlavně na svazích údolí Dražanského a Čimického potoka. Jejich mocnosti bývají zpravidla do 2 m, maximální mocnost je do 6 m. Na jih od Dolních Chabř se v nich nachází větší podíl štěrkových valounů teras (tyto materiály byly při mapování z roku 1968 označovány jako splachy). Výskyt valounů umožňuje snazší rozlišení deluvií od eluvií proterozoických hornin. V případě sedimentu bez valounů se hranice mezi deluvií a eluvií těžce rozpoznává, přechod mezi nimi je plynulý (Němeček et al., 1975).

Fluviální, převážně písčitohlinité sedimenty jsou **holocénní** náplavy Vltavy. Jedná se o jílovité a bahnitě sedimenty s proměnlivým obsahem písku a štěrku a velkým

podílem organické substance (Straka et al., 1988). Holocénní náplavy byly v mapě zjištěny jen v Dražanské roklí a v údolí Čimického potoka. Mají malou mocnost, která se směrem k východu zvětšuje spolu se zvětšující se údolní nivou. Ta je široká až 100 m. Jejich mocnost je do 10 m. V údolí Dražanského potoka jsou do těchto sedimentů přimíchány ještě málo opracované klasty hornin proterozoika. Malý výskyt náplavů byl zjištěn také v údolí Bohnického potoka, mocnost se pohybuje od 6 do 10 m (Němeček et al., 1975).

V oblasti mezi Beranovem a Dolními Chabry se zavázely prostory po těžbě slévárenských písků komunálním a dalším odpadem, jehož mocnost dosahuje až 15 m. V **geologické současnosti** tak vznikly antropogenní uloženiny (Straka et al., 1988). Navážky se dají rozdělit do několika skupin. První skupinou jsou obvyklé navážky komunikací a běžné zavážky výkopů při stavebních pracích. Materiál této skupiny je přírodní, mocnosti jsou do 2 m. Lze k nim zařadit také navážku na údolní nivě v Čimicích pro hokejové hřiště a navážku v Dolních Chabrech pro fotbalový stadion, která navazuje na navážku vzniklou při regulaci potoka a úpravách terénu pro silnici, jež je mimo zájmové území. Do druhé skupiny patří zavážky vytěžených prostor pískovny na jihovýchodě řešeného území, kde byly jámy zaplňovány přírodním materiálem, ale také odpadem ze staveb a městským odpadem. Mocnost navážek není většinou zjištěna, lze očekávat až 20 m. Městský odpad způsobuje riziko kontaminace podzemních vod. Třetí skupina jsou navážky dočasného charakteru (Němeček et al., 1975).

5. Inženýrskogeologické poměry

Rajony řešeného území a jejich stručná inženýrskogeologická charakteristika viz Tabulka 2.

Tabulka 2. Přehled rajonů v zájmovém území a jejich stručná inženýrskogeologická charakteristika (Zdroj: Kycl, Poul, Krupička, 2012; upraveno)

hornina/zemina	název rajonu	symbol	IG charakteristika
droby, prachovce, břidlice, buližník (silicit)	Rajon nízko metamorfovaných hornin	Mn	pevné, obtížně rozpojitelné, únosné a stabilní základové půdy
žilný bazalt ("diabas"), spilit	Rajon kompaktních vulkanických hornin	VI	pevné, odolné vůči zvětrávání
dioritový porfyrit	Rajon magmatických intruzivních hornin	lh	pevné, skalní horniny, únosné základové půdy, při zvětrávání vznikají eluvia, která nepravidelně přecházejí do zdravé horniny
pískovce, slepence	Rajon pískovcových a slepencových hornin	Ss	pevné, obtížně rozpojitelné, únosné horniny
slínovce, vápnité jílovce, "opuky", prachovce	Rajon jílovcových a prachovcových hornin	Sj	různá pevnost, často obtížně rozpojitelné, únosné, podmíněčně vhodné základové půdy
lakustrinní a fluviolakustrinní písky	Rajon písčitých sedimentů	Np	homogenní, únosná, dobře rozpojitelná základová půda
terasové štěrky a štěrkopísky	Rajon pleistocenních říčních sedimentů (terasy)	Ft	písky, štěrky a jejich kombinace, tvoří únosné, snadno rozpojitelné základové půdy
spraše, sprašové hlíny s úlomky hornin	Rajon spraší a sprašových hlín	Es	pórovité a stlačitelné sedimenty, lokálně prosedavé, středně únosné
hlinité, hlinitokamenité a písčitohlinité sedimenty	Rajon deluviálních (svahových) a deluiofluviálních (splachových) sedimentů	D	pokrývají svahy elevací nebo tvoří výplň údolí občasných nebo menších vodotečí, někdy sklon k svahovým pohybům
holocenní písky, hlíny, jíly a nivní sedimenty	Rajon náplavů nížinných toků včetně fluviolakustrinních sedimentů	Fn	nestejnorodé, neúnosné základové půdy, často mělká hladina podzemní vody
antropogenní uložení	Rajon antropogenních uložení	An	většinou nesoudržné a neulehlé akumulace

Mn – rajon nízko metamorfovaných hornin

Droby, prachovce a břidlice jsou celkem vhodnou únosnou základovou půdou. Bez pažení je možno provádět výkopy i ve zvětralých proterozoických horninách, u vysokých stěn je jen nutné udělat zabezpečení proti padání kamenů. Na zvětraliny proterozoických hornin se nemusí užívat stělných prací, neboť jsou rozpojitelné běžnou technikou. Při podrobném inženýrskogeologickém průzkumu je nutné ověřit především hloubku a intenzitu zvětrání. Eluvium převládajících hornin - drob s vložkami prachovců a břidlic - je písčito-jílovitá hlína s klasty podložních hornin. Mocnost eluvia většinou nedosahuje ani 2 m, větší mocnosti jsou v pásmu rozvolnění hornin. Při návrhu plošných základů je zapotřebí uvažovat rozdíly ve stlačitelnosti, dané rozdílným stupněm zvětrání a různorodostí hornin zastižených v základové spáře. Podle zjištěných geologických podmínek je potřeba stavby orientovat tak, aby se zajistila co největší homogenita základových poměrů. Hlubší zakládání má výhodu, že rozdíly ve stlačitelnosti jednotlivých typů hornin se s rostoucí hloubkou budou snižovat. Horniny proterozoika jsou převážně horniny tlačivé, což je nutné brát na vědomí při návrhu podzemních staveb. Méně vhodné pro zakládání jsou lokality, kde bylo zjištěno hluboké, předkřídové zvětrávání proterozoických hornin, v těchto případech se

s hloubkou kvalita sedimentů zlepšuje pomalu. Jsou zvětralé na prachovitý jíl pevné až tvrdé konzistence s klasty hornin. Mocnost této zóny může přesáhnout i 10 m. Pro náročné stavby je vhodné použít zakládání na pilotách. Podzemní vodu lze očekávat v malém množství v hloubce větší než 8 m, má síranovou útočnost na stavební materiály. Zakládání v obvyklé hloubce do 2 m neovlivní. Dohloubení výkopů na úroveň základové spáry je nutné provádět ručně, aby bylo zabráněno rozvolnění a nakypření základových půd v podzákladí. Základovou spáru je důležité chránit v zimě před promrznutím a v každém období před zaplavením povrchovou vodou (Němeček et al., 1975). Droby, prachovce a jílovité břidlice rozložené na jílovitou hlínu se střípky mají objemovou hmotnost v přirozeném uložení (ρ) od 2000 do 2200 kg.m^{-3} , zvětralé, úlomkovitě rozpadané v rozsahu 2200 – 2400 kg.m^{-3} a dále se zvyšuje. Navětralé horniny se střední puklinatostí mají $\rho = 2600 - 2750 \text{ kg.m}^{-3}$. Modul přetvárnosti (E_{def}) drob, prachovců a jílovitých břidlic rozložených na hlínu je v rozmezí cca 10 až 29 MPa, modul pružnosti (E) má hodnotu mezi 29 – 98 MPa. Navětralé, středně rozpukané horniny mají $E_{\text{def}} = 785 - 2942 \text{ MPa}$ a $E = 1471 - 4903 \text{ MPa}$. Soudržnost (c) eluvií je přibližně 25 kPa, navětralých hornin se střední puklinatostí cca 196 – 392 kPa (Němeček et al., 1975; upraveno). Rozložené horniny patří do třídy těžitelnosti I, navětralé horniny se řadí do třídy II, v případě téměř zdravých drob, prachovců nebo břidlic až třída III (Kuchta, Herlem, Zajíček, 2010).

Silicity (bulžníky) jsou velmi únosné, pro svou obtížnou rozpojitelnost jsou ale považovány za málo vhodné základové půdy (Němeček et al., 1975). Nezvětralé bulžníky jsou dle ČSN 736133 řazeny do III. třídy (Kuchta, Herlem, Zajíček, 2010). K jejich rozpojení se užívá střelných prací a u výkopů je nutné počítat s poměrně značným nadvýlomem. Výhodou je, že u výkopů se silicity udrží ve svislé stěně bez speciálních opatření (Němeček et al., 1975). Navětralé, středně rozpukané bulžníky mají v zájmovém území hodnotu objemové hmotnosti mezi 2550 – 2700 kg.m^{-3} a hodnotu modulu přetvárnosti přibližně v rozmezí od 981 do 4903 MPa (Němeček et al., 1975; upraveno).

Tento rajon překrývají rajony Ss, Sj, Np, Ft, Es, D, Fn i An. Rajon Mn se nachází v celé ploše zájmového území v nadmořské výšce 205 – 293 m n.m. Prostorové vymezení rajonu Mn je znázorněno v příloze č. 2.

VI – rajon kompaktních vulkanických hornin

„**Diabasy**“ budují izolovaná tělesa v Dolních Chabrech (Straka et al., 1988). Mají malé plošné rozšíření a zanedbatelnou mocnost. Jedná se o únosné horniny. Při zakládání je třeba dbát na to, aby se tyto žíly nevyskytly jen v části základové spáry, což by mohlo způsobit nerovnoměrné sedání staveb (Němeček et al., 1975). Navětralé, středně rozpukané horniny mají objemovou hmotnost obdobnou jako buližníky, tedy 2550 – 2700 kg.m⁻³. Hodnotu modulu přetvárnosti mají přibližně v rozmezí od 981 do 4903 MPa (Němeček et al., 1975; upraveno). Dle normy ČSN 736133 z února 2010 se řadí do III. třídy těžitelnosti (Kuchta, Herlem, Zajíček, 2010).

Ih – rajon magmatických intruzivních hornin

Dioritové porfyry mají malé plošné rozšíření a nevelkou mocnost. Jsou to únosné horniny (Němeček et al., 1975). Podle ČSN 736133 je obtížné je těžit, řadí se do III. třídy (Kuchta, Herlem, Zajíček, 2010). Při zakládání je třeba dát pozor, aby se tyto žíly nevyskytly jen v části základové spáry, to by mohlo způsobit nerovnoměrné sedání staveb (Němeček et al., 1975).

Ss – rajon pískovcových a slepencových hornin

Rajon budují **pískovce** mořského cenomanu, tzv. korycanské vrstvy. Bývají zvětrány do hloubky 2 – 3 metrů a přecházejí do eluvií. Jsou to únosné a stejnorodé horniny (Straka et al., 1988). Tyto sedimenty, nacházející se na bázi křídového útvaru jsou silně porušené, obvyklé jsou u nich jílovité vložky. Z důvodu porušenosti, často až celkového rozvětrání, jsou řazeny do zemin a klasifikují se jako písky s vyšší příměsí jílovité složky. Jako základové půdy jsou únosné, málo stlačitelné a tedy vhodné, pokud je jejich mocnost pod základovou spárou dostatečná (Němeček et al., 1975). Glaukonitické pískovce, rozložené na jílovité písky mají objemovou hmotnost v přirozeném uložení od 1900 - 2100 kg.m⁻³. Modul přetvárnosti je v rozmezí cca 10 až 20 MPa, modul pružnosti má hodnotu 29 - 98 MPa. Soudržnost $c = 0 - 10$ kPa (Němeček et al., 1975; upraveno). Řadí se do I. třídy těžitelnosti (Kuchta, Herlem, Zajíček, 2010).

Tento rajon překrývají rajony Sj, Np, Ft, Es, D a An. Rajon Ss se nachází v malé části území, kde je plynule překryt rajonem Sj. Jeho nadmořská výška se pohybuje přibližně od 259 do 294 m n.m. Prostorové vymezení rajonu Ss je znázorněno v příloze č. 3.

Sj – rajon jílovcových a prachovcových hornin

Spodnoturonské slínovce jsou v některých lokalitách hlubokým zvětráním přeměněny na slíny, při odvápnění jíly (Straka et al., 1988). Jednou z lokalit výskytu slínů je území na jižním svahu horní části Dražanské rokli. Podle geotechnických rozborů se jedná o jíly s dominantně vysokou až velmi vysokou plasticitou, méně pak jíly se střední plasticitou (Chyba, 1999). Jako základové půdy jsou slínovce málo vhodné, neboť jsou značně stlačitelné a málo únosné. Slínovce a vápnité jílovce jsou objemově nestálé sedimenty, při kontaktu s vodou rozbírají a na svazích je riziko sesuvů. Při mělkém zakládání na zvětralých slínovcích může docházet k poruchám na objektech v důsledku jejich smršťování (Straka et al., 1988). Každé projektované staveniště je v těchto sedimentech potřeba posuzovat individuálně. V hloubkách běžného plošného zakládání nebude hladina podzemní vody zastižena, vyskytuje se až v podložních útvarech a nejeví známky útočnosti na stavební materiály. Stěny výkopů se musí zajišťovat proti sjíždění plastických zemin. Je potřeba hlídat, aby u základové spáry nedošlo k zaplavení nebo promrzání (Němeček et al., 1975). Jílovce ve zvětralém stavu mají objemovou hmotnost v rozmezí 1900 – 2150 kg.m⁻³, modul přetvárnosti má hodnotu mezi 10 a 20 MPa a soudržnost je rovna 78 – 98 kPa (Němeček et al., 1975; upraveno). Dle ČSN 736133 se řadí do II. třídy těžitelnosti (Kuchta, Herlem, Zajíček, 2010). Jíly a slíny tuhé konzistence mají objemovou hmotnost od 1700 do 1900 kg.m⁻³, modul přetvárnosti má hodnotu 5 – 6 MPa, soudržnost je rovna 29 – 49 kPa. Při pevné konzistenci: $\rho = 1800 - 2000 \text{ kg.m}^{-3}$, $E_{\text{def}} = 6 - 10 \text{ MPa}$, $c = 49 - 78 \text{ kPa}$, tvrdá konzistence: $1900 - 2100 \text{ kg.m}^{-3}$, $E_{\text{def}} = 10 - 49 \text{ MPa}$, $c = 78 - 98 \text{ kPa}$ (Němeček et al., 1975; upraveno). Třída těžitelnosti u tuhé a pevné konzistence je I, v případě tvrdé konzistence až II (Kuchta, Herlem, Zajíček, 2010).

Opuky, tedy vápnité až slínité prachovce s mikroskopickými jehlicemi mořských hub budující předterciární i předkvartérní podklad, tvoří většinou únosnou a suchou základovou půdu (Straka et al., 1988). Zvětralé, úlomkovitě rozpadlé opuky s hlinitou

výplní mají objemovou hmotnost v přirozeném uložení (ρ) od 1700 – 2000 kg.m⁻³, nezvětralé v rozsahu 2100 – 2250 kg.m⁻³. Modul přetvárnosti (E_{def}) zvětralých hornin je v rozmezí cca 20 až 98 MPa, modul pružnosti $E = 49 – 245$ MPa. Nezvětralé mají $E_{def} = 490 – 2942$ MPa a $E = 981 – 4903$ MPa. Soudržnost (c) rozpukaných opuk zájmového území je rovna 20 – 49 kPa, nezvětralé opuky mají $c = 196$ kPa – 392 kPa (Němeček et al., 1975; upraveno). Zvětralé, úlomkovitě rozpadavé opuky s jílovitou výplní patří do třídy těžitelnosti I, v případě větších úlomků až třídy II, nezvětralé horniny se řadí do třídy II, zdravé až do třídy III (Kuchta, Herlem, Zajíček, 2010).

Tento rajon překrývají rajony Np, Ft, Es, D a An. Rajon Sj se plynule usadil na rajon Ss, má větší plošný rozsah než rajon Ss. Nachází se v nadmořské výšce přibližně od 264 do 294 m n.m. Prostorové vymezení rajonu Sj je znázorněno v příloze č. 3.

Np – rajon písčitých sedimentů

Do tohoto rajonu se řadí neogenní **písky a písčité štěrky**. Jedná se o nesoudržné, únosné zeminy, které se dají dobře rozpojit a těžít. Mohou se v nich vyskytovat polohy jílu nebo jílovitých zemin, a proto je zapotřebí připravenost na případnou nestejnorodost a nestejnou stlačitelnost. Podzemní voda se nachází při bázi těchto sedimentů, v nadloží jílovitých zemin a jílu mohou být lokální zvodně (Straka et al., 1988). Se stabilním, nezatíženým svahem je možné počítat ve sklonu asi 30°– 40° (Němeček et al., 1975). Písek s obsahem štěrku má objemovou hmotnost v přirozeném uložení 2050 – 2150 kg.m⁻³, soudržnost má hodnotu 0 kPa a úhel vnitřního tření $\varphi = 32 - 38^\circ$. (Němeček et al., 1975; upraveno). Patří do I. třídy těžitelnosti (Kuchta, Herlem, Zajíček, 2010).

Tento rajon překrývají rajony Ft, Es a An. Zaujímá rozsah téměř poloviny území, nachází se v jihovýchodní části. Je uložen v nadmořské výšce přibližně od 279 do 307 m n.m. Prostorové vymezení rajonu Np je znázorněno v příloze č. 4

Ft – rajon pleistocénních říčních sedimentů (terasy)

Fluviální písčité štěrky představují únosné, stabilní a dobře rozpojitelné základové půdy. V případě, že jejich mocnosti nepřesahují 2 m, je důležité brát při

zakládání a hloubení stavebních jam v úvahu i vlastnosti podložních hornin. Na bázi tohoto rajonu se obvykle vyskytuje agresivní podzemní voda (Eliáš et al., 1988). V písčích a štěrkopísčích je možné budovat výkopy se svislými stěnami. Krátkodobě zvládají udržet svislou stěnu až do výšky 5 m. Při dlouhodobějším otevření je třeba stěny zapažit nebo je svahovat.

Tento nepříliš plošně významný rajon překrývají rajony Es, D, Fn a An. Rajon se vyskytuje jen v malém rozsahu, v nadmořské výšce od 247 do 296 m n.m. Prostorové vymezení rajonu Ft je znázorněno v příloze č. 4

Es – rajon spraší a sprašových hlín

Sprašové hlíny a spraše mají podobné inženýrskogeologické vlastnosti. Jedná se o zeminy silně stlačitelné, čisté spraše až prosedavé (Němeček et al., 1975). Jsou namrzavé až nebezpečně namrzavé, při napojení vodou nestabilní a velmi rozbídné (Bílek, Kuchta, 1993). Při zakládání je třeba dodržovat nezamrznou hloubku alespoň 1,2 m (Novotný, Štorek, 1998). Vyznačují se svou citlivostí na rozdílná zatížení (Straka et al., 1988). Plošné zakládání je možné jen jedná-li se o lehké nenáročné stavby, náročnější objekty je třeba zakládat v podloží. Při použití jako základové půdy je nutné ověřit, jaká míra prosedavosti a bobtnavosti se u nich dá očekávat (Němeček et al., 1975). Na spraších jsou kvalitní zemědělské půdy, které je třeba při výstavbě zohlednit. Při mocnosti menší než 2 m je třeba při zakládání uvažovat inženýrskogeologické vlastnosti podloží. V okolí obce Brnky mají sprašové hlíny mocnost menší než 2 m. V jejich podloží jsou zejména terasové štěrky a písky. Předkvartérní podklad budují droby, prachovce a břidlice. V Bohnicích jsou spraše o mocnosti menší než 2 metry. V Čimicích jsou spraše o mocnosti větší než 5 metrů, v jejich podloží v pěti až deseti metrech se nacházejí neogenní štěrky a písky (Straka et al., 1988). V centrální části Čimic mají převážně pevnou konzistenci ($I_c = 1,2 - 1,52$), ojediněle až tuhou konzistenci (Lešner, Štorek, 2007). V území na jižním svahu horní části Dražanské rokly jsou spraše podle laboratorních rozborů jíly se střední plasticitou. Terénní popisy i zkoušky v laboratoři ověřily pevnou konzistenci tohoto sedimentu. Jde o zeminu s nízkou propustností. V této části zájmového území jsou spraše často přeměněné na sprašové hlíny (Chyba, 1999). Stálý souvislý obzor podzemní vody nebyl zastižen. Podzemní voda by nebyla útočná na stavební materiály a šlo by ji snadno odvodnit do

podloží. Výkopy lze krátkodobě otevřít s běžným zapažením. Náročnější zapažení stěn je nutné pouze u výkopů prováděných v těchto zeminách na svazích nebo v oblastech s vyšší úrovní hladiny podzemní vody. Základovou spáru je potřeba chránit před zaplavením a v zimě před zamrznutím. Na zásyp výkopů je vhodné použít hutněný nepropustný materiál (Němeček et al., 1975). Poskytují málo vhodné až nevhodné podloží. Vlastnosti eolických zemin jsou ovlivněny nejvíce druhem jílové složky jemných částic. Zlepšení vlastností je možné jen v některých případech. Při velmi malé únosnosti je vhodné tyto zeminy z podloží odstranit (Bílek, Kuchta, 1993). Bez dalších úprav představují jen problematicky použitelný až výslovně nevhodný typ sypaniny pro použití v tělesech silničních násypů, zásypů nad hloubenými tunely a v aktivní zóně komunikací. V případě Silničního okruhu kolem Prahy“ se využilo vápenné stabilizace, čímž se zlepšily jejich geotechnické i technologické vlastnosti (Chmelař, Urban, Vorel, 2013). Spraše mají objemovou hmotnost v přirozeném uložení 1800 – 1900 kg.m⁻³, soudržnost $c = 39 - 29$ kPa, úhel vnitřního tření $\varphi = 22 - 28^\circ$. Sprašové hlíny mají vyšší objemovou hmotnost než spraše, a to 1900 – 2100 kg.m⁻³, soudržnost je stejná, jako v případě spraši a úhel vnitřního tření má nižší hodnotu mezi 18 – 28° (Němeček et al., 1975; upraveno). Spraše i sprašové hlíny se řadí do I. až II. třídy těžitelnosti (Kuchta, Herlem, Zajíček, 2010).

Tento rajon překrývají rajony D, Fn a An. Rajon Es se nachází kromě koryt toků téměř v celé ploše zájmového území. Jeho nadmořská výška se pohybuje přibližně od 242 – 308 m n.m. Prostorové vymezení rajonu Es je znázorněno v příloze č. 5

D – rajon deluviálních (svahových) a deluviofluviálních (splachových) sedimentů

Deluviální **hlinité a hlinítokamenité sedimenty** poskytují lokálně nehomogenní, nestejněměrně stlačitelnou a středně únosnou základovou půdu. Při zakládání je zapotřebí vzhledem k mocnostem menším než 2 metry brát v úvahu také inženýrskogeologické vlastnosti podložních hornin (Straka et al., 1988). Deluvia mají obdobné technické vlastnosti jako zcela zvětralé horniny proterozoika, od nichž se také obtížně odlišují. V případě, že se tyto sedimenty nenacházejí na svahu, kde hrozí sesuv, jsou vhodnou základovou půdou pro plošné zakládání běžných staveb. Náročné objekty se musí založit na horninách skalního podkladu. Souvislá hladina nebyla zjištěna, je ale nutno brát v úvahu, že na jílovitých vložkách se mohou vytvářet lokální zvodnělé

obzory, hlavně v případě intenzivnějších srážek. V těchto případech je nutnost základy izolovat proti zvýšené zemní vlhkosti a zához stavebních výkopů provádět hutněným nepropustným materiálem. Základovou spáru je třeba chránit před zaplavením a zamrznutím. V deluviálních hlínách jsou možné krátkodobě otevřené výkopy s běžným pažením. Náročnější zapažení stěn je nutné pouze u výkopů prováděných v těchto zeminách na svazích nebo v oblastech s vyšší úrovní hladiny podzemní vody (Němeček et al., 1975). Svahové hlíny mají objemovou hmotnost v přirozeném uložení 1900 – 2100 kg.m⁻³, soudržnost $c = 20 - 39$ kPa a úhel vnitřního tření $\varphi = 18 - 24^\circ$ (Němeček et al., 1975; upraveno). Patří do I. třídy těžitelnosti (Kuchta, Herlem, Zajíček, 2010).

Deluviofluviální sedimenty mají **jílovitý a hlinitý charakter** a vyplňují mělké splachové deprese, navazující na údolí potoků. Hladina podzemí vody je závislá na srážkách. V období jara, kdy taje sníh a v době dlouhotrvajících dešťů se stávají splachové deprese místy soustředěného odtoku. V těchto obdobích může nastat povrchové zamokření, neboť hladina podzemí vody dosahuje až k povrchu terénu. Pro zástavbu jsou to zeminy nevhodné, neboť je v případě zakládání staveb nutné počítat s trvalým odvodněním (Straka et al., 1988).

Tento rajon překrývá jen rajon An. Rajon D má malý plošný rozsah, nachází se jen na svazích Dražanského a Čimického potoka v nadmořské výšce od 231 do 289 m n.m. Prostorové vymezení rajonu D je znázorněno v příloze č. 6.

Fn - Rajon náplavů nížinných toků včetně fluviolakustrinních sedimentů

Holocénní náplavy jsou **písčité a jílovité hlíny s možnou příměsí štěrku** (Straka et al., 1988). Mohou mít bahnitý charakter, blízko povrchu silně humózní. Vyplňují údolní nivy potoků. Konzistenci výrazně ovlivňuje úroveň hladiny podzemní vody (Němeček et al., 1975). Zpravidla bývá měkká až kašovitá. Hladina podzemní vody se nachází mělce pod povrchem, v hloubce menší než 2 m. V době jarního tání nebo zvýšených srážek stoupá až k povrchu tohoto rajonu. Při otvírce základových jam je třeba počítat s přítoky až desítky l.s⁻¹. Voda v náplavech nejeví známky útočnosti na stavební materiály. Náplavy jsou málo únosné a nerovnoměrně a silně stlačitelné. Zakládání v tomto rajonu je obtížnější a finančně náročnější (Straka et al., 1988). Hrozí přímé nebezpečí zaplavení objektů povrchovým tokem při zvýšených atmosférických

srázkách, proto údolní nivy patří podle neplatné normy ČSN 731001 k územím, kde zásadně nemá probíhat zástavba. V holocenních náplavech je zapotřebí chránit boky i dno výkopu proti provalení vlivem tlaku i vzlaku podzemní vody. I v případě práce nad úrovní hladiny podzemní vody je nutné brát v úvahu, že mají malou soudržnost, a tedy může změna vlhkosti způsobit jejich nestabilitu i u nízkých stěn (Němeček et al., 1975). Jílovitá hlína s humosní příměsí má objemovou hmotnost v přirozeném uložení 1700 – 2000 kg.m⁻³, soudržnost má hodnotu v rozmezí 20 – 29 kPa, úhel vnitřního tření je roven 22°. Bahnité náplavy mají nízkou objemovou hmotnost: $\rho = 1000 - 1200 \text{ kg.m}^{-3}$ a úhel vnitřního tření je nulový. Písečná hlína až hlinitý písek má v přirozeném uložení objemovou hmotnost 1900 – 2100 kg.m⁻³, tedy vyšší než má jílovitá hlína, soudržnost má hodnotu 20 kPa a ϕ je v rozmezí 26 – 28° (Němeček et al., 1975; upraveno). Holocenní náplavy patří do I. až II. třídy těžitelnosti (Kuchta, Herlem, Zajíček, 2010).

Tento rajon překrývá jen rajon An. Vyskytuje se v korytě Dražanského, Čimického a Bohnického potoka v nadmořské výšce od 214 do 289 m n.m. Prostorové vymezení rajonu Fn je znázorněno v příloze č. 6.

An – rajon antropogenních uložení

Do tohoto rajonu patří větší plošné navážky vzniklé při stavbě nebo těžbě, zavážky starých těžeben, deponie skrývky, komunálního a domovního odpadu. Navážky jsou jako základová půda nevhodné. Bývají neulehlé, nestejněmálně stlačitelné a jsou nehomogenní (hlavně navážky komunálního odpadu). V blízkosti navážek je riziko kontaminace podzemních vod a zvýšení jejich agresivity. V Bohnicích jsou navážky stavebního a komunálního odpadu o mocnosti 2 – 5 m. V jejich podloží se nachází terasové štěrky a písky v téže mocnosti. Předkvartérní podklad budují v hloubce 5 – 10 m droby, břidlice a prachovce (Straka et al., 1988).

Tento rajon není překryt žádným dalším rajonem, je na povrchu. Nachází se v blízkosti Dražanského, Čimického a Bohnického potoka a na východě a jihovýchodě území 251 – 312 m n.m. Prostorové vymezení rajonu An je znázorněno v příloze č. 6.

6. Terénní práce

Z průzkumů pro stavbu „Silničního okruhu kolem Prahy“ SOKP 519 Suchdol – Březiněves, silniční a tunelová část, pochází 55 vrtných údajů. V zájmovém území bylo provedeno 41 inženýrskogeologických vrtů (J), 4 hydrogeologické vrty (HJ) a 10 vrtů presiometrických (PJ). U dokumentace všech vrtů přítomnost nebyla možná, neboť některé proběhly před zadáním diplomové práce v období od 17. 9. do 26. 11. 2012. Účast byla u průzkumů v období od 5. 8. do 17. 9. roku 2013, kterých byla více než třetina. U některých průzkumů z období září až listopadu bylo možné být díky zapsání předmětu Metody IG průzkumu II. V rámci tohoto předmětu byl poskytnut od pana RNDr. Jana Marka, CSc. odborný výklad k dokumentaci vrtů přímo v terénu.

Poznatky z rekognoskace terénu byly velmi užitečné pro tvorbu jednotlivých map. Vrtné jádro bylo ukládáno do standardních vzorkovnic, ve kterých bylo děleno na úseky 1 m dlouhé. Pro zamezení degradace vrtného jádra vlivem počasí bylo zakrýváno igelitovou plenou. Dokumentace probíhala makroskopicky a kapesním penetremetrem byla zkoušena konzistence jemnozrnných zemin. Měření kapesním penetremetrem viz Obr. 2.



Obr. 2. Měření kapesním penetremetrem

Jak probíhala dokumentace vrtů je ukázáno na vrtu J 320. Vrt byl vyfotografován (viz Obr. 3) a následně probíhala primární dokumentace vrtu přizpůsobená zadání diplomové práce (viz tabulka 3).



Obr. 3. Vrtné jádro vrtu J 320

Tabulka 3. Terénní dokumentace přizpůsobená zadání diplomové práce

Silniční okruh kolem Prahy 519 - terénní dokumentace přizpůsobená zadání diplomové práce							
Datum	22.8.2013						
Hloubka celková	5 m						
Číslo vrtu	J 320						
HPV	nebyla zastížena						
Přiřazení horniny/zeminy ve vrtu k rajonu	hloubka ve vrtu (m)	hornina/ zemina	souřadnice x	souřadnice y	souřadnice z	rajon	poznámka
	0 až 1,3	hlína	1036421,07	741807,2	268,23	D	písečná
	1,3 až 2	písek	1036421,07	741807,2	268,23	D	hlinitý
	2 až 5	břidlice	1036421,07	741807,2	268,23	Mn	do 3,7 m zcela zvětralá, dále silně zvětralá

7. Použití programu Surfer 10

Pro vytvoření map inženýrskogeologických rajonů, řezu i mapy dokumentačních bodů byl využit program **Surfer 10**. Jedná se o nástroj pro tvarování a prostorové modelování. Program umožňuje transformovat XYZ data a barevně je odlišit dle zadaných požadavků, vytváří drátové modely, stínované nebo šrafované reliéfy a vektorové mapy (<http://downloads.goldensoftware.com/guides/Surfer10Guide.pdf>).

Povrchy rajonů byly modelovány v síti bodů 20 x 20 m. Měřítko 3D modelů: $x : y : z = 500 : 500 : 100$, měřítko řezu: $x : y : z = 250 : 250 : 100$. 3D modely jsou tedy 5 krát převýšené a řez 2,5 krát převýšený. Úhel pohledu u prostorových modelů i řezu je 45° , modely mají sklon 30° , řez 0° . Horizontální osvětlení trojrozměrných modelů je 135° nad obzorem, vertikální 45° nad obzorem. U 3D zobrazení byla pro jednotlivé povrchy použita škála Land2 s 0% průhledností, u 2D povrchů škála GrayScale s 65% průhledností. U všech 2D mapových příloh je interval izolinií 2 m, hlavní izolinie je každých 5 m a je značena tučněji.

Diplomová práce navazuje na Podrobnou inženýrskogeologickou mapu 6 – 8 Kralupy nad Vltavou v M 1:5 000 z roku 1993. Tato mapa nezahrnuje data z pozdějších průzkumů a nerozlišuje neogénní písky od písků teras a rozvětralé proterozoické horniny od kvartérních deluviálních sedimentů. Pro srovnání byl vybrán Rajon jílovcových a prachovcových hornin (Sj). Na Obr. 4 jsou vykresleny polygony podle mapy z roku 1993. Polygony vytvořené na základě skutečných i umělých dokumentačních bodů viz Obr. 5. Původní i nové polygony jsou zobrazeny na povrchu Mn_Ss_Sj.



Obr. 4. Polygony rajonu Sj převzaté z Podrobné inženýrskogeologické mapy

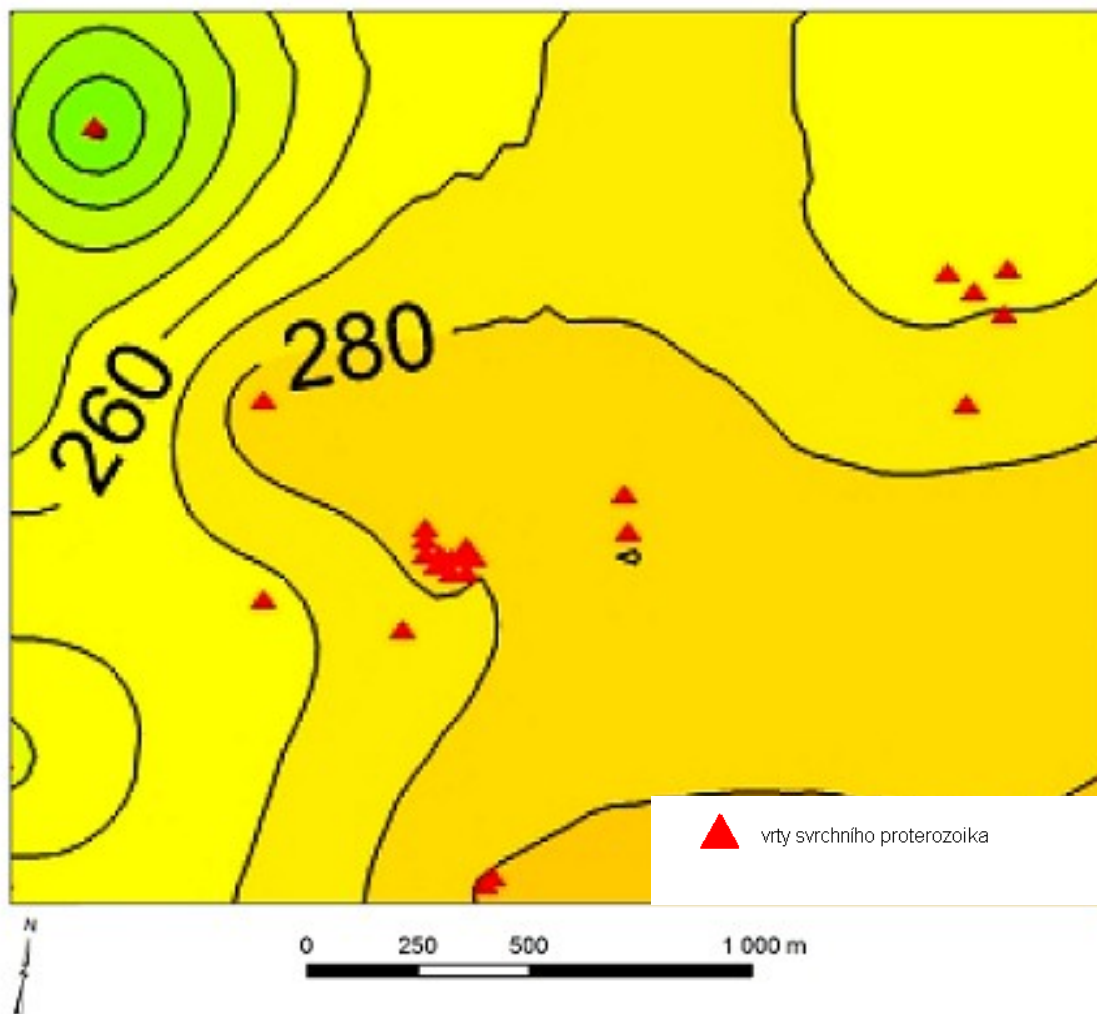


Obr. 5. Polygony vlastní interpretace rajonu Sj

Pro některé oblasti České republiky byly v Surferu vytvořeny regionálně geologické 3D modely. Na základě jejich existence přišla myšlenka aplikace 3D modelování také v inženýrské geologii.

Například se jednalo o konstrukci digitálního reliéfu krystalinika v podloží Chebské a Sokolovské pánve, kde byla využita data vrtné databáze České geologické služby – Geofondu a ostatních organizací. Vytvořený model zobrazuje hlavní zlomové struktury, jednotlivé elevace a deprese (Mlčoch, Skácelová, 2009). Zhodnocení vrtů z databáze České geologické služby – Geofondu a 3D modelování krystalického reliéfu a ryolitového komplexu umožnilo rekonstruovat geometrii české části Altenbergsko-Teplické kaldery (Mlčoch, Skácelová, 2010). Pro 3D modelování krystalického podloží a permokarbonských vulkanicko-sedimentárních vrstev Mnichovohradištské pánve byla potřeba korelace vrtů a geofyzikálních dat (Skácelová, Mlčoch, Tasáryová, 2011).

V programu Surfer byly také 3D regionálně geologicky zpracované vrty pánevních oblastí Českého masívu pro území Prahy. Práce ale nebyla publikována, na základě prvotních výstupů se pouze připravují podklady pro projekty, které by dále řešily tuto problematiku. Pro zpracování byly použity jen vrty z České geologické služby - Geofondu a bylo modelováno jen skalní podloží (rajon Mn). Nedošlo ani k opravení chybných dat (závrt v levém horním rohu na Obr. 6, Bedřich Mlčoch – ústní sdělení). Obr. 6 detekuje 2D zobrazení regionálně geologicky zpracovaných vrtů pánevních oblastí Českého masívu pro zájmové území. Jak je z obrázku patrné, toto zpracování má měřítko pro potřeby inženýrské geologie neuplatnitelné a při porovnání s mapou generovanou v rámci této diplomové práce (příloha č. 2) je vidět velký pokrok v přesnosti a detailu.



Obr. 6. Regionálně geologicky zpracované vrty pánevních oblastí Českého masívu pro zájmové území ve 2D zobrazení (Zdroj: Bedřich Mlčoch – poskytnutý mapový podklad; upraveno)

3D modelování je uplatňováno také v zahraničí. Britská geologická služba začíná převádět 2D geologické mapy podloží do 3D. Britští vědci se domnívají, že 3D nemůže být řádně zastoupeno 2D mapovými výstupy (Kessler, Mathers, 2006). Pro vizualizaci používají také program Surfer (Kessler, Mathers, & Sobisch, 2009).

Trojdimenzionální modelování se často uplatňuje při projektování staveb. Tyto počítačové modely podloží umožňují sofistikovanější zacházení s podpovrchovými daty vedoucích například k lepšímu dimenzování geotechnických jednotek, vyhodnocení nebezpečí a rizik, nebo směřování tunelů (Hack et al., 2006).

8. Problémy při tvorbě map, náměty k metodice

Chyby v číslech dokumentačních bodů v mapě 6 - 8 Kralupy nad Vltavou v M 1:5 000 z roku 1993

Vzhledem k tomu, že některé dokumentační body nebyly v uvedené mapě k nalezení, došlo k porovnání jejich čísel s mapou dokumentačních bodů z roku 1975 a zjistily se chyby v číslech u kopaných sond 368 a 125, vrtaných sond 54, 73, 155 a 338 a odkryv 278 měl nést označení 298. V příloze č. 7 je zobrazena mapa dokumentačních bodů s již opravenými čísly.

Chybějící dokumentační body v mapě nebo chybějící popisy

Dokumentační bod 571 není vyznačen v mapě z roku 1993 a chybí také jeho popis. Dokumentační bod 658 chybí v mapě dokumentačních bodů z roku 1993, souřadnice v popisu však zajistily možnost promítnout ho v mapě dokumentačních bodů vytvořené v rámci této diplomové práce (příloha č. 7). U kopané sondy K-1 (719204) a vrtů V-1 (718653), V-17 (195731), V-1 (719206) z databáze GDO chybí popisy.

Neuveden hloubkový rozsah hornin, popř. zemin

U dokumentačních bodů 242, 244, 294, 295, 296, 306, 311, 323, 483 a 536 chyběla informace o hloubkovém rozsahu hornin, příp. zemin, nebylo možné je tedy použít.

Chybějící souřadnice u dokumentačních bodů

V popisech některých ze 482 dokumentačních bodů, které jsou k dispozici v ČGS útvaru Geofond, chyběly souřadnice. Jednalo se o dokumentační body 3,4, 36 – 43, 45 – 50, 211 – 257, 261, 290 – 303, 327, 462, 464 – 469 a 471 – 480. Tedy celkem o 96 bodů. 11 z nich měly alespoň z-ové souřadnice. V případě nedohledání souřadnic by bylo nutné je vypočítat z mapy nebo body nepoužít. Většina byla však dohledána v archivu PUDIS, a.s., u vrtu 38 jsou souřadnice vypočítány z mapy.

Chybnost souřadnic dokumentačních bodů, která se projevila zobrazením vrstů mimo zájmové území

Po promítnutí dokumentačních bodů v Programu Surfer 10 bylo evidentní, že podle v popisu uvedených souřadnic spadají mimo mapu 6 – 8 Kralupy nad Vltavou. Dokumentační body 225, 459 a 460 byly odstraněny. U dokumentačního bodu 230 byla x-ová a z-ová souřadnice v pořádku, y-ová souřadnice by se ale neměla rovnat 730582, ale 740582, jedná se tedy patrně o překlep. Dalším dokumentačním bodem, u kterého nebylo na první pohled něco v pořádku, byl vrt 232. V ČGS – Geofondu i společnosti PUDIS byly u popisu následující souřadnice: $x = 1046069$, $y = 740460$, $z = 266$, podle odečtení z mapy vyšly souřadnice: $x = 1036072$, $y = 740468$, $z = 264$. U dokumentačního bodu 398 byly v Geofondu i v archivu PUDIS, a.s. souřadnice: $x = 1027762,12$, $y = 740858,24$, $z = 295,52$. Po vypočítání souřadnic z mapy v softwaru ArcGIS, vyšly souřadnice y i z stejné, jako v obou institucích, souřadnice $x = 1037762,12$. Jedná se tedy pravděpodobně o překlep u čísla na třetí pozici.

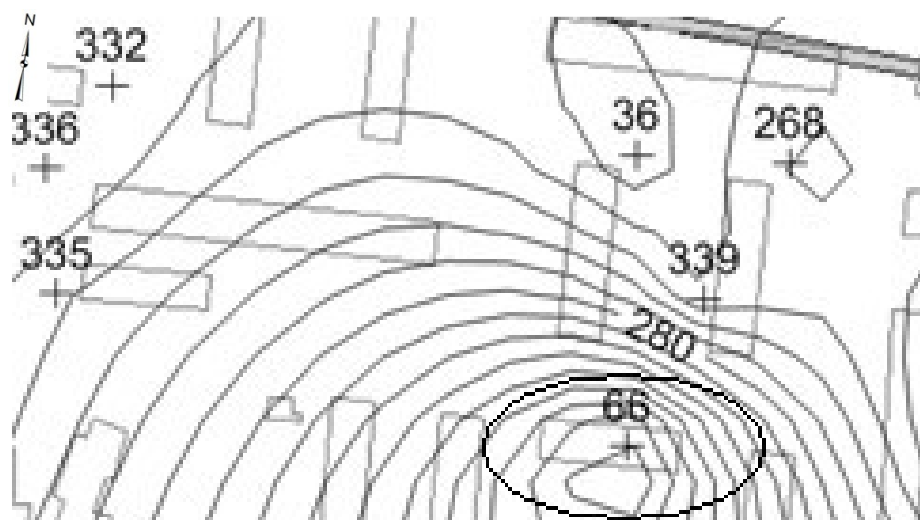
Chybnost souřadnic, která se projevila vzhledem izolinií

V prostorovém zobrazení povrchu rajonů bylo ihned zřejmé, že souřadnice 14 dokumentačních bodů nejsou správné. Dokumentační body s nesprávnými souřadnicemi viz tabulka 4.

Tabulka 4. Přehled dokumentačních bodů s chybnými souřadnicemi z

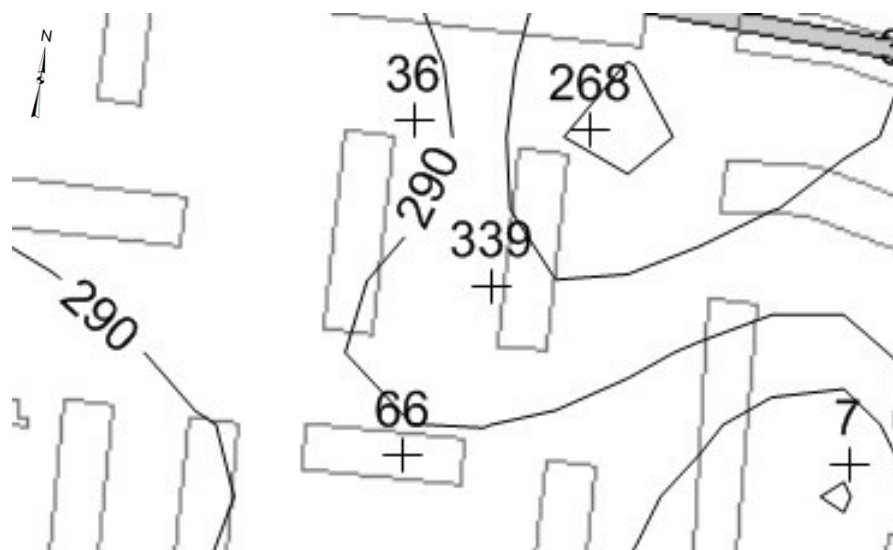
Dokumentační bod	souřadnice z	souřadnice z podle vrstevnic v mapě	úprava
34	231,9	301	souřadnice se správně nepodařilo dohledat, vrt odstraněn
66	268,67	298,67	souřadnice se správně nepodařilo dohledat, opravila jsem z-souřadnici na 298,67, neboť se domnívám, že se jedná o překlep
78	290,4	293	souřadnice se správně nepodařilo dohledat, vrt odstraněn
80	294,56	300,5	souřadnice se správně nepodařilo dohledat, vrt odstraněn
87	260,9	295	souřadnice se správně nepodařilo dohledat, vrt odstraněn
112	297,9	264	souřadnice se správně nepodařilo dohledat, vrt odstraněn
118	280,5	288	souřadnice se správně nepodařilo dohledat, vrt odstraněn
123	258,24	248,24	souřadnice se správně nepodařilo dohledat, opravila jsem z-souřadnici na 248,24, neboť se domnívám, že se jedná o překlep
174	287,76	283,76	souřadnice se správně nepodařilo dohledat, vrt odstraněn
175	255,98	265,98	souřadnice dohledána správně ve společnosti PUDIS a.s.
286	295,55	293,9	souřadnice se správně nepodařilo dohledat, vrt odstraněn
439	270,27	280,27	souřadnice se správně nepodařilo dohledat, opravila jsem z-souřadnici na 280,27, neboť se domnívám, že se jedná o překlep
461	273,3	267	souřadnice se správně nepodařilo dohledat, vrt odstraněn
569	312,16	307	souřadnice se správně nepodařilo dohledat, vrt odstraněn

Na 3D povrchu se chyby projeví nerealisticky vypadajícími „dolíky“ nebo naopak „hrboly“. Chybnost souřadnic se ověřovala pomocí z-ové souřadnice, která se porovnávala s vrstevnicemi skutečného povrchu. Příklad chybné souřadnice z viz Obr. 7.



Obr. 7. Vrtaná sonda 66 s chybnou souřadnicí z

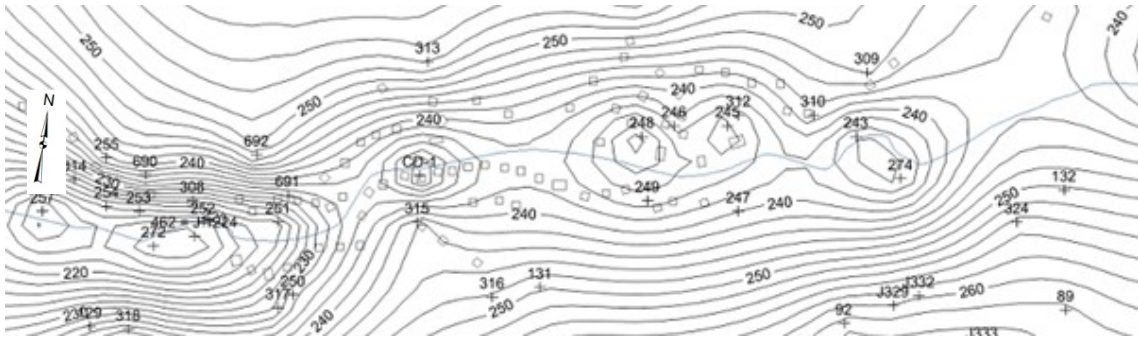
Obr. 7 je zaměřen na vrt 66 na vymodelovaném povrchu Mn. V případě tohoto vrtu se souřadnice nepodařilo správně dohledat. Podle vrstevnic skutečného povrchu by měla být souřadnice z rovna 298,67 m n.m., souřadnici jsem tedy z 268,67 opravila na 298,67, neboť se domnívám, že se jednalo o překlep při popisu vrtu. Sonda 66 po opravě z-ové souřadnice viz Obr. 8.



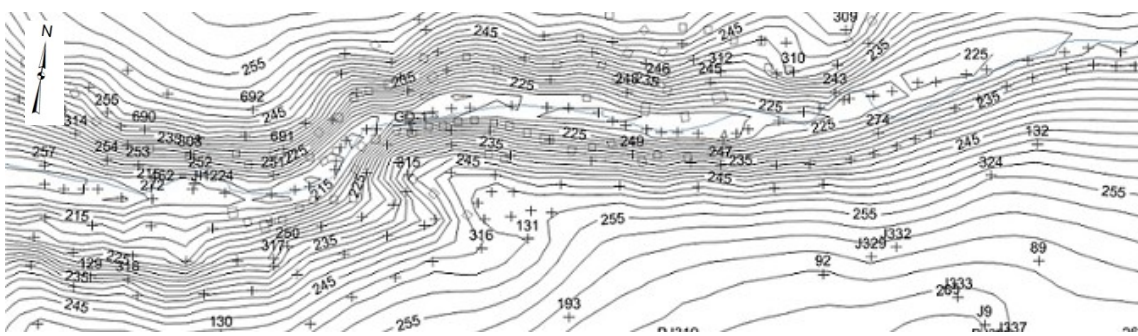
Obr. 8. Vrtaná sonda 66 po opravě z-ové souřadnice

Uměle vytvořené dokumentační body (z důvodu nedostatku skutečných) pro přesnější vymezení inženýrskogeologických rajonů a zprůběžnění izoliní v údolích

Jedná se o 247 dat z vrstevnic skutečného povrchu pro přesnější vymezení rajonů (109 z rajonu Mn, 7 z Sj, 14 z Np a 117 z Es). Vytvořeno bylo také 179 dat pro úpravu izoliní v údolí Dražanského a Čimického potoka, neboť spádová křivka dna údolí by měla být plynulá – sestupná a pro nedostatek dat ji Surfer vymodeloval chybně. Na Obr. 9 je část Dražanského potoka od západního okraje zájmového území. Opravené izolinie na základě výše uvedeného postupu viz Obr. 10.



Obr. 9. Část údolí Drahanškého potoka od západního okraje zájmového území s neprůběžným dnem



Obr. 10. Část údolí Drahanškého potoka od západního okraje zájmového území s opravenými izoliniami

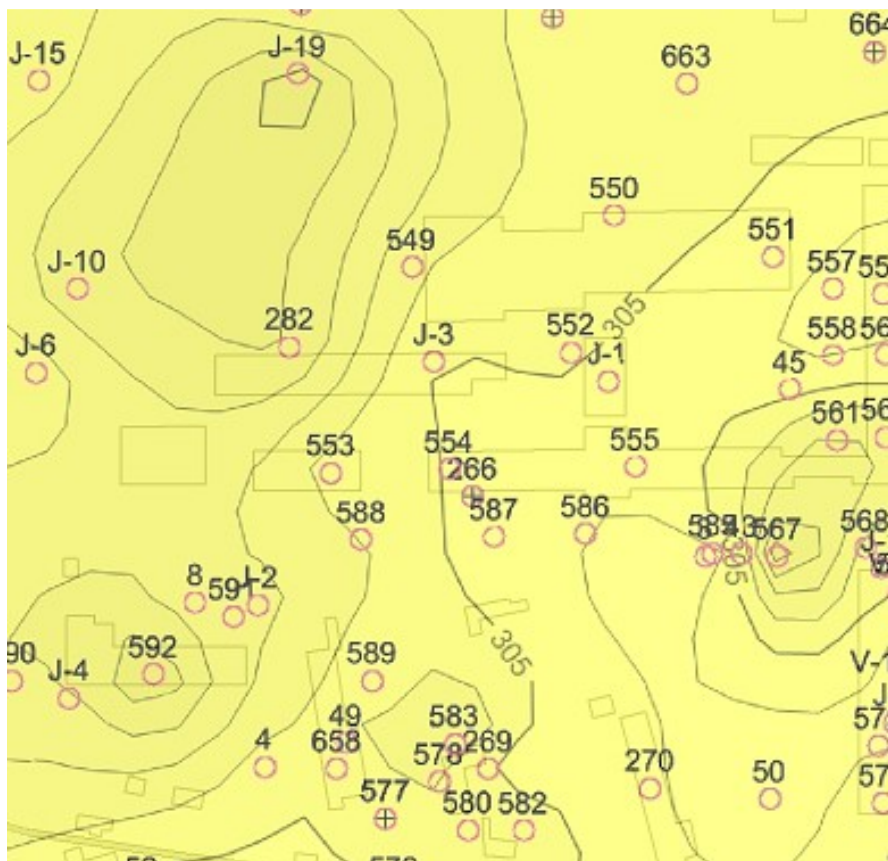
Změna názvu některých dokumentačních bodů, kvůli cizojazyčnosti programu Surfer

Kvůli anglickému programu Surfer, který není schopen přečíst některá písmena české abecedy, bylo nutné názvy 6 vrtů pozměnit. Jednalo se o dokumentační body z databáze GDO, které měly v názvu písmeno Č: ČD-1, ČM-1 a ČP-1. Písmeno s háčkem (Č) bylo vyměněno za písmeno C. Následující dokumentační body bylo třeba přejmenovat výrazněji. Vrt T-1 v mapách přiložených k diplomové práci je původně vrt TC-1 a vrt T-2 je původně vrtem TC-2. Vrt ČVJ-11 z databáze GDO, shodný s vrtem 67 byl pojmenován 67=V-11.

Anomální dokumentační body

Některé povrchy zahrnují anomální dokumentační body, způsobující atypicky vykreslené izolinie. Největší problémy způsobovaly body Dch-1 (673519), P-1

(675651), J-18 (615429) a 593, byly proto odstraněny. Nerealisticky vykreslené vrstevnice způsobují ale i další dokumentační body. Například povrch Mn_Ss_Sj_Np_Ft zahrnuje body 592, J-19 a 567 viz Obr. 11.



Obr. 11. Anomální dokumentační body způsobující atypické izoliny povrchu Mn_Ss_Sj_Np_Ft

V tomto případě jde o závrtý způsobené patrně větší mocností navážek, než jaká byla ověřena u okolních dokumentačních bodů. Rajon Np leží hlouběji než je tomu v blízkém okolí. V tomto případě je pravděpodobné, že se jedná o skutečné anomálie, nikoliv o chyby v popisech.

Kvartérní deluviální a deluviofluviální sedimenty zaměňovány za proterozoické zvětraliny

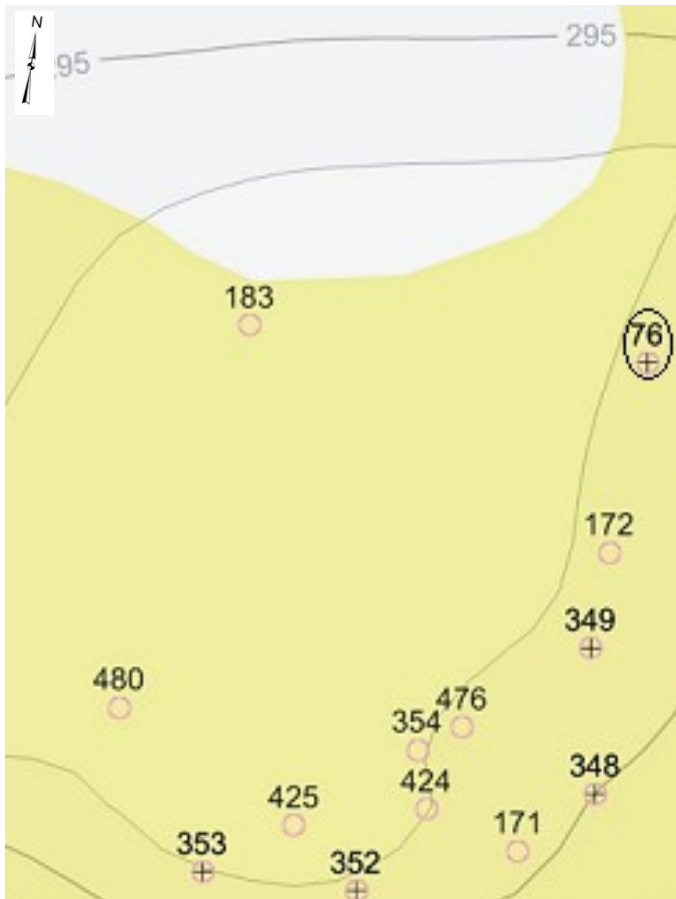
V popisech dokumentačních bodů jsou někdy zvětraliny drob, břidlic nebo prachovců zaměňovány za kvartérní svahové či splachové sedimenty, tedy eluvia se míchají s deluvii. Na tuto problematiku poukazuje příloha č. 6, na níž je patrné, že se pro vytvoření polygonů rajonu D některá data nedala použít. Vymezení tohoto rajonu bylo nejsložitější ze všech rajonů.

Příkladem záměny je dokumentační bod 169, nacházející se mezi vrstevnicí 266 – 268 na okraji městské části Dolní Chabry (viz příloha č. 7). Pod sprašovým pokryvem je dokumentována tmavohnědá písčité hlína, splachová, k bázi přibývá písčitosti a objevují se drobné úlomky hornin. Hlubkový rozsah 10,0 – 11,0 m byl zařazen do Rajonu deluviálních (svahových) a deluviofluviálních (splachových) sedimentů. Vzhledem k poloze vrtu a stáří většímu než u spraši bylo ale od počátku přiřazení s pomyslným otazníkem. Příloha č. 6 detekuje, že se pravděpodobně jedná o rozvětralé proterozoické horniny.

Genetickou nejasnost způsobuje také kopaná sonda 127, situovaná mezi vrstevnicí 270 a 272 ve svahu na levém břehu Čimického potoka (viz příloha č. 7). Pod sprašovou hlínou je dokumentován splachový sediment. Vzhledem k poloze sondy byl v rámci této diplomové práce zvolen rajon deluviálních (svahových) a deluviofluviálních (splachových) sedimentů (D) s domněnkou, že se jedná o neogenní sediment. Po promítnutí bodu v mapě dochází ke zjištění, že je osamocen. Zda došlo k záměně za svrchnoproterozoickou rozvětralou horninu či nikoliv zůstává nevyjasněno.

Záměna neogenních písků za písky kvartérní

U některých vrtů není jasné, zda se geneticky jedná o terciér nebo kvartér. Na Obr. 12 je zakroužkovaný vrt 76. V popisu této vrtané sondy u hloubky 5,6 – 6,0 m je napsáno, že se jedná o zahliněný povrch terasy, není však jasné, jakého stáří. Vzhledem k poloze vrtu bylo zvoleno neogenní stáří.



Obr. 12. Vrt 76, u něhož nebylo z popisu patrné, zda se jedná geneticky o terciér či kvartér

U sondy 568, umístěné na jihovýchodním okraji zájmového území (viz příloha č. 7), je v popisu vrtu napsáno, že v hloubkovém rozsahu od 8,5 – 20,0 m byl zastižen kvartérní písek. Popis vrtu byl vyhodnocen jako nesprávný a písek zařazen do lakustrinních písků z období neogénu.

Příloha č. 4 ukazuje, u kterých dokumentačních bodů pravděpodobně došlo k záměně lakustrinních písků za písky kvartérní při primární dokumentaci.

Nedostatečný popis dokumentačních bodů

Například u popisu vrtu 164, který se nachází mezi vrstevnicí 268 a 270 v Dolních Chabrech (viz příloha č. 7), je v hloubkovém rozsahu 7,3 – 8,5 m napsáno, že se jedná o světlehnědou hlínu, při bázi písčitou a dále od 8,5 m do 9,0 m je okrově žlutá, jílovitá hlína s drobnými úlomky horniny. Z tohoto bylo těžké usoudit, o jakou horninu

se jedná. Podle okolních vrtů, kterých je ale v tomto případě pro správnou analogii nedostatečné množství, bylo uváženo, že se jedná o proterozoickou zvětralínu droby.

Problém představuje i následující vrt, podle pražské dokumentace označený jako 165. Sonda se nachází v blízkosti vrstevnice 250 v Dolních Chabrech (viz příloha č. 7). U hloubkového rozsahu 5,9 – 6,2 je napsáno černohnědá, slabě humosní, jílovitá, tuhá. Myšlena je tím pravděpodobně hlína. Od hloubky 6,2 m je hnědý, slabě písčité jíly s červenými, žlutými a černými úlomky hornin do 0,5 m. Nejbližšími dokumentačními body jsou odkryvy 235 a 290. U obou je hned u povrchu popisovaná droba. Písčité jíly s úlomky by tedy mohlo být drobové eluvium. Malá mocnost zeminy neznámého stáří byla pro účely vymezení inženýrskogeologických rajonů přiřazena k podložní vrstvě.

Geolog si není jistý popisem dokumentačního bodu

U dokumentačního bodu 51, který je situovaný v ulici K Ládví na vrstevnici 300 v jihovýchodní části zájmového území (viz příloha č. 7), je v hloubce 12 m napsáno bulžnicková suť? V hloubce od 13,7 m světlešedá břidlice? Od 12 m byla po dlouhém zvažování hornina pojmenována jako břidlice, neboť v této části řešeného území bulžnické nebyly zastíženy. Vrt byl i přes nejistotu použit, neboť pro účel vymezení inženýrskogeologických rajonů druh horniny nebyl zcela zásadní a vzhledem k hloubce se pravděpodobně skutečně jedná o Raojn nízko metamorfovaných hornin.

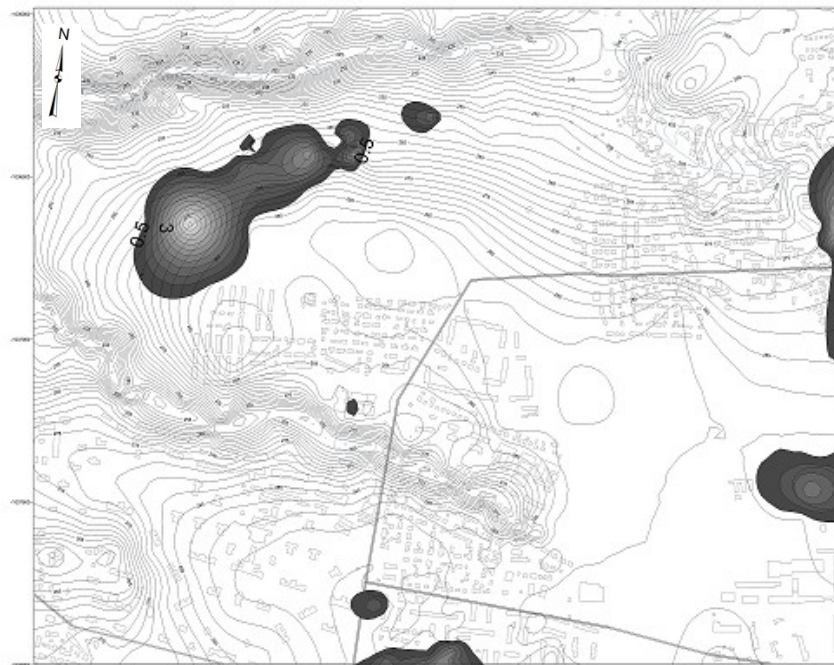
Shoda dokumentačních bodů z databáze GDO s objekty vyznačenými na mapě z roku 1993

Pro přehlednost jsem shodu objektů označila znakem =, například tedy V9Z = 655. Shoda se týká 41 dokumentačních bodů.

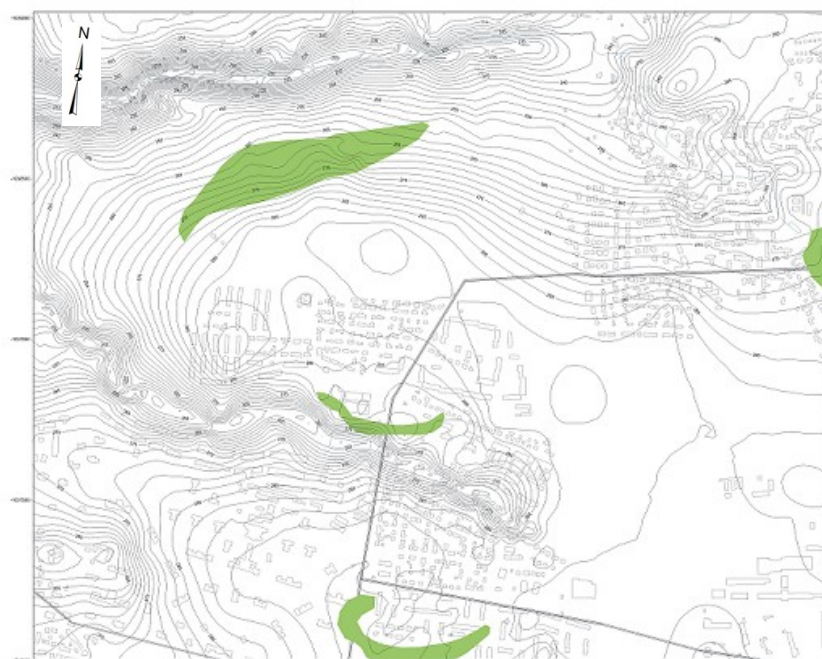
Rajony vytvořené pomocí matematického odečtu nebylo možné použít

Před ručně vytvořenými polygony rajonů pomocí funkce digitize, byla vyzkoušena metoda vygenerování polygonů pomocí matematického odečtu. Například pro rajon Ss (viz Obr. 13) se odečet provedl odečtením gridu povrchu Mn od gridu

povrchu Mn_Ss. Zadáno bylo vymodelování od mocnosti 0,5 m. Metodu nebylo možné pro výsledné mapy použít, neboť vymezení rajonů neodpovídalo skutečnosti. Hranice rajonů tedy musely být stanoveny ručně (viz Obr. 14).



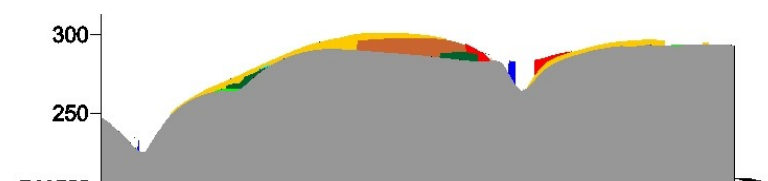
Obr. 13. Izolinie povrchu Mn_Ss s rajonem Ss vytvořeným pomocí matematického odečtu – od 0,5 m mocnosti



Obr. 14 Izolinie povrchu Mn_Ss s rajonem Ss vytvořeným pomocí funkce digitize

Digitálně vytvořený řez

Obr. 15 detekuje digitálně vymodelovaný 1 m mocný řez zájmovým územím podle osy x na souřadnici -741500. Veden je od severu k jihu, pohled je ze západu. Vyznačen je v příloze č.1. Z obrázku je patrné, že řez neodpovídá skutečnosti. Pro plynulost hranice rajonů v řezu by se musel vždy udělat průsečík hranice rajonu s podložím rajonu. Tím by došlo k vytvoření umělých dokumentačních bodů.



Obr. 15. Digitálně vytvořený řez zájmovým územím podle osy x (5 krát převýšeno)

Pro vytvoření těchto bodů vlastní interpretace je nutná větší inženýrskogeologická zkušenost i lepší znalost programu Surfer. Další možností by bylo dodatečně opravování rajonů. Postupně by se kontrolovalo, zda za nerealisticky ostrou hranicí je či není dokumentační bod. Kdyby nebyl, hranice by se protáhla, v případě, že by tam byl a nezastihl příslušný rajon, muselo by se dále pátrat, zda objekt není špatně popsán při primární dokumentaci nebo jestli nebyl sekundárně špatně zařazen do rajonu nebo zda to není tím, že je příliš mělký a rajon nezastihl. V některých případech by mohla být hrana naopak správně. I toto posouzení vyžaduje větší geologickou zkušenost. Mohla by být způsobena denudací nebo by to mohla být ostrá hrana u navážek. Dalším nedostatkem řezu jsou barvy, které neodpovídají tomu, jak byly zadány. Například škála GrayScale (odstíny šedé) se v řezu zobrazuje červeně. V příloze č. 1 je řez vycházející z obrázku výše, upravený v grafickém editoru CorelDraw 11.

9. Shrnutí výsledků

Výsledkem diplomové práce je sedm mapových příloh a DVD nosič, který slouží jako otevřená databáze.

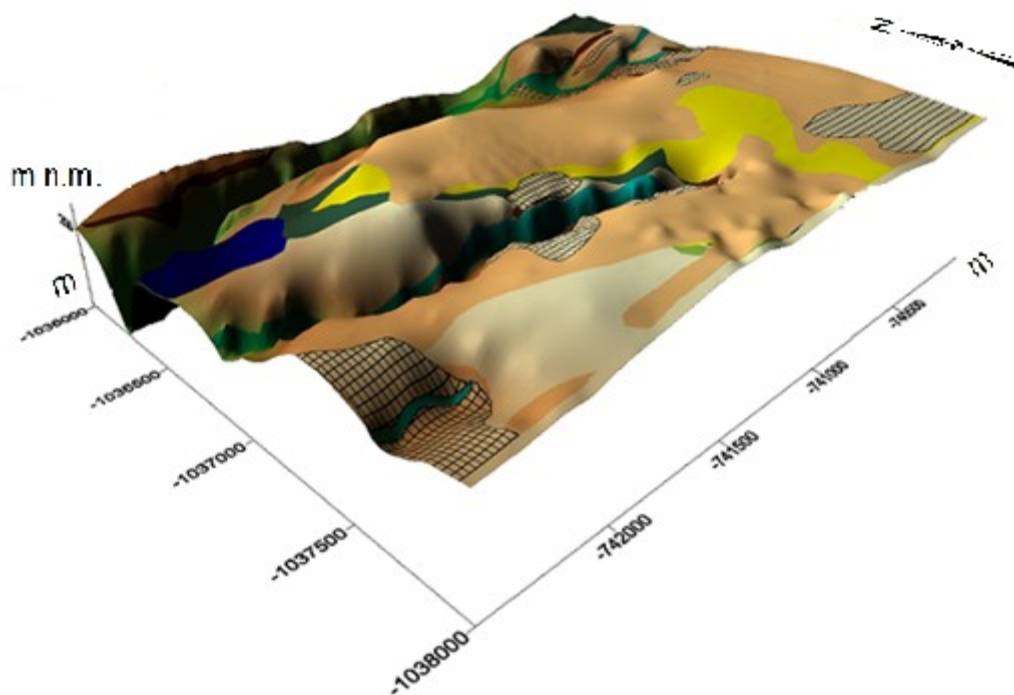
Příloha č. 1 je inženýrskogeologická mapa - list 6 - 8 Kralupy nad Vltavou v M 1:5 000 s vyznačenými stropy všech rajonů a řezem podle osy x.

Na **přílohách č. 2 – 6** jsou zobrazeny inženýrskogeologické mapy - list 6 - 8 Kralupy nad Vltavou v M 1:5 000 s jednotlivými povrchy, na nichž jsou vymezené příslušné inženýrskogeologické rajony ve 2D i 3D zobrazení.

Příloha č. 7 je mapa dokumentačních bodů – list 6 - 8 Kralupy nad Vltavou v M 1:5 000.

Přílohou č. 8 je DVD nosič, který představuje otevřenou databázi, jenž může být průběžně doplňována o data z později prováděných průzkumů. Databáze obsahuje soubory s názvem 2D a 3D. Ve dvourozměrném zobrazení je vytvořeno devět povrchů s vyznačenými rajony a vrty. Trojrozměrné zobrazení zahrnuje všechny rajony ve 3D připravené pro řezy a povrchy shodné s mapovými přílohami, kde jsou vyznačené příslušné rajony. Ve složce Povrchy – Excel jsou bezbarvě označené skutečné dokumentační body, modře zbarveny uměle vytvořené body pro přesnější vymezení jednotlivých rajonů a zeleně zvýrazněny pomocné body pro úpravu izolinií v údolí Dražanského a Čimického potoka. U povrchu Mn jsou data pro Dražanskou rokli a Čimické údolí odděleny prázdným řádkem, dále nerozlišeno. Přiložen je také soubor Gridy povrchů. Tabulky s vrty zařazenými do příslušných rajonů je složka, kde jsou opět bezbarvě, modře a zeleně rozlišena data, v rajonu Mn jsou odděleny údaje z Dražanského a Čimického údolí, v dalších rajonech neseparovány. Pod názvem Rajony – vlastní interpretace (.bln) jsou uloženy polygony jednotlivých rajonů. Gridy výřezů z povrchu – vlastní interpretace jsou přiloženy pro převod rajonů do prostorového zobrazení.

3D model zájmového území s vyznačenými inženýrskogeologickými rajony viz Obr. 16.



Legenda



Obr. 16. 3D model zájmového území s vyznačenými inženýrskogeologickými rajony (5 krát převýšeno)

10. Diskuze výsledků

Izolinie jednotlivých povrchů by se mohly dále modelovat, vytvářením dalších pomocných dokumentačních bodů, které by bylo vhodné ověřovat dalšími terénními pracemi. Některé rajony mají špičaté tvary, pro větší zaoblenost by se mohlo dále pokračovat v práci s funkcí digitize. Při naskládání polygonů jednotlivých rajonů na sebe dochází k odkrytí dalších nedokonalostí tvarů polygonů, jejich hranice by se daly dále upravovat. Patrné je to hlavně v příloze č. 1, která zobrazuje všechny rajony,

zlepšení by se projevilo i v řezu. Mohlo by se pokračovat také v úpravách dat pro vytvoření reprezentativnějšího digitálního řezu. Některé názvy objektů se překrývají z důvodu velké akumulace v jednom místě. Bylo vyzkoušeno zmenšení názvů dokumentačních bodů, což však ovlivnilo jejich čitelnost. Bylo by vhodné pro přehlednost akumulace zmenšit. Z několika dokumentačních bodů na okrajích zbyly po oříznutí mapy kousky názvů nebo křížků, body záměrně nebyly odstraněny pro co nejpřesnější vymodelování izolinií jednotlivých povrchů, v další fázi by se ale mohlo hledat řešení, jak je například dodatečně manuálně odstranit. Některé vrty se nachází vně vymezených rajonů, kam by měly patřit a naopak se uvnitř rajonů vyskytují vrty, jenž rajon nezastihly. Užitečné by bylo ke každému takovému problematickému objektu se vrátit a hledat důvody nesouladu.

11. Komplikace při případné nové výstavbě, shrnutí poznatků

Při plánování zástavby je třeba brát v úvahu hlavně chráněná území (Straka et al., 1988). Přírodní rezervace zahrnují západní část Dražanské rokly a údolí Čimického potoka. Historické rezervace jsou chráněná oblast v městské části Dolní Chabry – slovanské pohřebiště a středověká osada, dále pak chráněné oblasti v Čimicích a severně od nich, kde jsou nálezy pohřebiště z doby kamenné a střed obce zažil osídlení už v 11. století (Němeček et al., 1975).

V zájmovém území byla obecně ověřena nízká radioaktivita proterozoických hornin i křídových a terciérních sedimentů (Straka et al., 1988). Území na jižním svahu horní části Dražanské rokly, kde je hustá obytná zástavba a protéká tam drobná vodoteč však je podle kategorizace vyhlášky č. 184/1997 Státního úřadu pro jadernou bezpečnost lokalita se středním radonovým rizikem. Tedy musí být projektované stavby chráněny proti vnikání radonu z podloží (Chyba, 1999).

Západně od Ústecké ulice, 1 - 1,5 km od Dražanského potoka jsou zeminy znečištěny ropnými látkami. Ze sledovaných polycyklických aromatických uhlovodíků nejčastěji překračuje hodnotu znečištění, které může působit významné riziko pro zdraví lidí při využití plochy území k obytným účelům, benzo(a)pyren. Z toxikologického hlediska ho lze považovat pro jeho prokázanou karcinogenitu za nejvýznamnější PAU (Šmejkal, Holeček, Mikeš, 2006).

Území mapy jako celek není považováno za příznivé pro novou zástavbu. Nejvhodnější prostory pro stavbu jsou již využity městskými částmi Čimice, Dolní Chabry a Bohnice. Další území jsou historickými a přírodními rezervacemi, na východě a jihovýchodě jsou lokality s navážkami a na jih od Dražanské rokle se nacházejí nejkvalitnější zemědělské půdy. Nevyužité prostory jsou v údolní nivě Dražanského potoka, oblast je však vhodná jen pro nenáročnou zástavbu typu rekreačních ploch (Němeček et al., 1975).

12. Závěr

Mapy s vyznačenými rajony **navazují na IG mapu v M 1:5 000 list 6 - 8 Kralupy z roku 1993**, kde nejsou zakomponována data z pozdějších průzkumů a mapa nerozlišuje proterozoické zvětraliny od deluviálních sedimentů a lakustrinní a fluviolakustrinní písky od kvartérních písků a štěrkopísků teras. Dále navazuje na regionálně geologicky zpracované vrty pánevních oblastí Českého masívu, kde byly využity jen vrty z ČGS – Geofondu a byl vymodelován jen povrch Mn.

Na mapách vytvořených v rámci této diplomové práce je patrné, že ne všechny dokumentační body zařazené do příslušného rajonu, do něho skutečně zapadají. Toto poukazuje na chybně popsané některé archivní vrty. Do budoucna by pak mohly tyto mapy **pomoci ke zkvalitnění popisů nově realizovaných vrtných průzkumů**. Jak bylo uvedeno v kapitole 8, při konstrukci mapy vyvstává mnoho problémů, které někdy není schopen začínající geolog sám vyhodnotit. Při tvorbě této mapy jsou kladeny také velké nároky na znalost softwarů Surfer, CorelDraw a ArcMap.

3D modelování je výhodné pro vytváření řezů, které jsou hlavním příkladem, potřeby větších inženýrsogeologických zkušeností a také hlubších znalostí programu Surfer. Řezy mohou mít praktické využití při stavbě podzemních objektů, kde by to znamenalo časovou úsporu při projektování, neboť je z prostorových řezů ihned patrné horninové prostředí a také mocnost jednotlivých vrstev.

Výhodou databáze (příloha č. 8) je digitální uložení dat, oproti návštěvám Geofondu a dalšímu shánění dat. I ta by při praktickém využití mohla zkrátit dobu projektování.

3D modely jsou vhodné i pro neoborníky, neboť **mají schopnost lepší vizualizace** než 2D mapy.

Práce poukazuje na možnost využití 3D modelování v inženýrské geologii. Výstupy ukázaly, že je možné tímto směrem pokračovat a v případě dostatečného množství finančních prostředků, rozšířit 3D modelování na celé území Prahy. Zpracované mapy mají pouze utvořit představu, s jakým horninovým prostředím a jeho geotechnickými, geomechanickými či geofyzikálními vlastnostmi je možné se v dané lokalitě setkat, **v žádném případě nenahrazují podrobný průzkum stavenišť**. Na tuto práci by bylo vhodné navázat vytvořením map bází jednotlivých uvedených rajonů.

PŘEHLED POUŽITÝCH PODKLADŮ

Literatura:

- Bílek V., Kuchta V., 1993. ČSN 721002 Klasifikace zemin pro dopravní stavby, Český normalizační institut, 13 str.
- Blažek V., Cílek V., Ehrlich P., Frank D., Gergel J., Hladný J., Hofmeister T., Janský B., Kakos V., Keder J., Kopp J., Král M., Krátká M., Krátký M., Kvítek T., Lídlová D., Langhammer J., Maníček J., Matoušek V., Matoušková M., Nesměrák I., Němec J., Nietzscheová J., Plesník J., Pokorný D., Punčochář P., Řádek T., Satrapa L., Šámalová Z., Šťastný B., Vrabec M., Vylita T., Zeman O., 2006. Voda v České republice. Pro Ministerstvo zemědělství vydal Consult Praha, 253 str., ISBN 80-903482-1-1
- Hack R., Orlic B., Ozmutlu S., Zhu S., & Rengers N., 2006. Three and more dimensional modelling in geo-engineering. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 65(2), 143-153.
- Houda E., 1992. Inženýrskogeologický průzkum staveniště 55 rodinných domků v Praze 8 – Dolních Chabrech. Geobohemia, s. r. o., Praha, Geofond P078168, 16 str.
- Chmelař R., Urban J., Vorel J., 2013. Závěrečná zpráva o podrobném geotechnickém průzkumu pro úsek „Silničního okruhu kolem Prahy“ SOKP 519 Suchdol – Březiněves, silniční a tunelová část. 77 str.; příloha č. 3 Dokumentace průzkumných sond
- Chyba, P., 1999. Praha – Dolní Chabry – obytná zástavba, inženýrskogeologický průzkum. Hydrogeo Praha v.o.s., Praha 8, Geofond P097554, 13 str.
- Kessler H., Mathers S.J., 2006. The past, present and future of 3D Geology in BGS. *Open University Geological Society Journal* 27(2), 13 – 15.
- Kessler, H., Mathers, S., & Sobisch, H. G., 2009. The capture and dissemination of integrated 3D geospatial knowledge at the British Geological Survey using GSI3D software and methodology, *Computers & geosciences*, 35(6), 1311-1321.

- Kuchta V., Herlem V., Zajíček J., 2010. ČSN 736133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací, Vydal úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 68 str.
- Kycl, P., Poul I., Krupička J., 2012. Metodický pokyn ke směrnici ZGM ČR 25VII Inženýrská geologie, 30 str.
- Lešner J., Štorek D., 2007. Praha 8 – Čimice, podrobný inženýrsko-geologický průzkum pro obytný soubor Nad Čimickým údolím. K+K průzkum s.r.o., Praha, Geofond P116602, 19 str.
- Mlčoch B., Skácelová Z., 2009. Digital elevation model of the crystalline basement of the Cheb and Sokolov Basin areas (Western Bohemia, Central Europe). Z.geol.Wiss., Berlin 37 (3): 145 – 152, 7 Abb.
- Mlčoch B., Skácelová Z., 2010. Geometry of the Altenberg-Teplice Caldera revealed by the borehole and seismic data in its Czech part. Journal of Geosciences, 55, 217-229
- Němeček K., Salava J., Krausová J., Pacák K., 1975. Průvodní zpráva k podrobné inženýrskogeologické mapě 1:5 000 Kralupy nad Vltavou 6 – 8, 56 str.; příloha č. 5/ 1-5 Dokumentační body; příloha D – mapa dokumentačních bodů
- Novotný J., Štorek, D., 1998. PEMA Dolní Chabry, dostavba areálu, I.etapa, podrobný inženýrskogeologický průzkum. RNDr. Jan Král, Geofond P095230, 20 str.
- Skácelová Z., Mlčoch B., Tasáryová Z., 2011. Digital model of the crystalline basement and Permo-Carboniferous volcano-sedimentary strata in the Mnichovo Hradiště Basin and correlation with the geophysical fields (Czech republic, Northern Bohemia). Acta Geodyn. Geomater. Vol. 8, No.3 (163), 225-235
- Straka J., Brunnerová Z., Hrkal Z., Lochman Z., Rudolský J., Šalanský K., Valečka J., Voňšan V., Zelenka P., Zoubek J., 1988. Základní geologická mapa ČSSR 1:25 000 12 – 241 Roztoky; Vysvětlivky k základní geologické mapě 1:25 000 12-241 Roztoky, vydal Ústřední ústav geologický, Praha, 71 str.
- Šmejkal J., Holeček M., Mikeš M., 2006. Účelový průzkum znečištění v areálu projektované výstavby v Praze 8 – Dolní Chabry, závěrečná zpráva. EKOHYDROGEO Žitný s.r.o., Praha 9, Geofond P114450, 31 str.
- Vorel J., 2003. Silniční okruh kolem Prahy st. 519 Doplnující geotechnický průzkum. PUDIS a.s., Praha
- Vorel J., 2006. Silniční okruh kolem Prahy st. 519 Doplnující geotechnický průzkum pro objekty s upravovaným technickým řešením. PUDIS a.s., Praha

Webové stránky:

Česká geologická služba, http://www.geology.cz/stratigraphy/tabulka/CZ-CHRONOSTRAT_2012.pdf, cit. 25.3.2013

Geologické a geovědní mapy, <http://www.geologicke-mapy.cz/mapy-internet/mapa/>, cit. 26.3.2013

Petránek, J., 1993. On-line Geologická encyklopedie, <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl>, cit. 1.4.2013

Golden Software, Inc., www.GoldenSoftware.com, <http://downloads.goldensoftware.com/guides/Surfer10Guide.pdf>, cit. 20.4. 2014

Česká geologická služba - Surovinový informační systém SurlS, <http://www.geology.cz/extranet/sgs/nerostne-suroviny/surovinovy-informacni-system>, cit. 1.5.2014

Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz, <http://ags.cuzk./arcgis/services>, cit 15.7.2014

Další podklady:

Databáze GDO (Geologicky dokumentované objekty), 2014, ČGS – Geofond

Mlčoch B., 2014 Informace o 3D regionálně geologicky zpracovaných vrtech pánevních oblastí Českého masívu pro území Prahy a mapový podklad. Ústní sdělení a poskytnutý mapový podklad, Bedřich Mlčoch, Klárov 3, 118 21 Praha 1.

Štorek D., 1993. Podrobná inženýrskogeologická mapa list Kralupy nad Vltavou 6 – 8 v M 1:5 000, příloha A – mapa geologických poměrů, příloha D – mapa dokumentačních bodů, kartograficky zpracovala a vytiskla Geodézie České Budějovice, s. r. o., pro potřebu Útvaru rozvoje hlavního města Prahy; příloha Dokumentační body