

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



Analýza inženýrskogeologických a geotechnických poměrů skládky TKO v Úholičkách

Diplomová práce

Bc. Jana Matoušová

Školitel DP: **Ing. Zdeněk Kudrna, CSc.**

Praha, srpen 2013

Děkuji svému vedoucím Ing. Zdeňku Kudrnovi, CSc. za pomoc při přípravě a vedení mé diplomové práce. Dále děkuji Jakubu Matoušovi a Milanu Šímovi za pomoc při terénních pracích a za pomoc při zpracování mapy v programu AutoCAD děkuji Haně Matoušové.

Tuto práci jsem vypracovala na Ústavu hydrogeologie, inženýrské geologie a užití geofyziky Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze pod vedením Ing. Zdeňka Kudrny, CSc. Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a převzaté prameny jsem řádně citovala. Použité informační zdroje jsou uvedeny v literatuře.

Souhlasím se zapůjčením diplomové práce ke studijním účelům.

Praha, 9. srpna 2013

Jana Matoušová

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá analýzou inženýrskogeologických a geotechnických poměrů skládky TKO v Úholičkách. Obsahuje metodiku terénních mapovacích a dokumentačních prací, zhodnocení přírodních poměrů zájmové oblasti, posouzení geotechnických vlastností hornin a zemin a geotechnických poměrů na skládce a v závěru se zabývá rizikovou analýzou skládky TKO v Úholičkách. Současně diplomová práce zahrnuje rešerši domácí a zahraniční literatury. Výstupem vlastních prací je inženýrskogeologická mapa, zhodnocení a interpretace zjištěných dat ze sedání skládky TKO Úholičky. Tato interpretace má využití pro další průběh výstavby skládky.

Abstract

This thesis analyzes the engineering-geological and geotechnical conditions MSW landfills in Úholičky. It includes the methodology of field mapping and documentation work, evaluation of natural conditions the area of interest, the assessment of geotechnical properties of rocks and soils and geotechnical conditions at the landfill and finally deals with risk analysis MSW landfill in Úholičky. At the same thesis includes a search of domestic and foreign literature. The outcome of their work is the engineering map, evaluation and interpretation of the data from the MSW landfill settlement Úholičky. This interpretation has use for further progress of the construction landfill.

Obsah

1 Úvod

1.1 Všeobecně str.7

1.2 Zadání diplomové práce str.8

1.3 Metodika diplomové práce str.8

2 Údaje o skládce TKO Úholičky

2.1 Lokalizace str.10

2.2 Výstavba, provoz a uzavření skládky str.12

2.3 Voda v areálu str.15

2.4 Skládkový plyn str.16

2.5 Deponie skládky a další zařízení v areálu str.18

3 Přírodní poměry zájmové oblasti

3.1 Geologická prozkoumanost str.19

3.2 Orografie a morfologie zájmového území str.20

3.3 Geologické poměry str.23

3.4 Inženýrskogeologické vlastnosti hornin str.28

3.5 Hydrogeologické poměry str.31

3.6 Těžba a zdroje přírodních stavebních materiálů str.33

4 Geotechnické poměry

4.1 Zkoušky na vzorcích	str.33
4.2 Laboratorní výsledky	str.35
4.3 Vhodnost zemin pro těsnicí vrstvy skládky	str.37
4.4 Chemická analýza odebraných vzorků vody	str.38

5 Riziková analýza skládkového tělesa

5.1 Skládkování a odpad	str.38
5.2 Sedání skládky	str.43

6 Závěr	str.51
---------------	--------

Použitá literatura	str.55
--------------------------	--------

Přílohy

1. Tabulky	str.64
2. textové (popis vrtů a dokumentačních bodů)	
3. grafické (mapa dokumentačních bodů, geologických poměrů)	

1 Úvod

1.1 Všeobecně

Slovo skládka označuje místo, na kterém se ukládá odpad. Legální skládka, tedy skládka řízená, má zaručovat ochranu proti znečištění podzemních vod, půdy a ovzduší. Je řádně zabezpečená a pravidelně monitorovaná. V souladu s fyzikálními zákony musí při jakékoliv lidské činnosti a existenci organismů vznikat odpady, které nelze zcela zneškodnit. Proto je důležité, aby škodlivé a nebezpečné odpady a látky v nich obsažené nemigrovaly.

Evropská Unie v roce 2008 přijala novou rámcovou směrnici o odpadech, která určuje například pětistupňovou hierarchii zpracování odpadu. Zatímco skládkování je označeno jako nejhorší způsob, největší prioritu má předcházení vzniku odpadů. Z veškerého odpadu, který byl v EU v roce 2010 vyprodukován, skončilo 37 % na skládce. Dalších 23 % bylo spáleno a o něco více (25 %) bylo určeno k recyklaci. Zbytek (15 %) byl zkompostován (www.euractiv.cz).

Nejmenší produkcí odpadu se obecně vyznačují země střední a východní Evropy. V roce 2010 dosahovalo množství odpadu uloženého na skládky v ČR necelých 4,2mil. t (www.cenia.cz). České republice se podle nejnovějších čísel evropského statistického úřadu podařilo množství odpadu uloženého na skládky snížit v roce 2010 o 15 % a podíl recyklace zvýšit na 14 %.

Skládkování odpadů je v České republice stále nejrozšířenější metodou likvidace odpadů. V roce 2009 bylo v ČR 323 skládek, z toho skládek ostatního odpadu 173. V roce 2010, jak ukazuje Obr. 1 v Příloze č. 1 na str. 65, bylo 141 skládek, z toho 92 skládek ostatního odpadu (www.cenia.cz). Obrovská produkce nerecyklovatelného a jinak nevyužitelného odpadu má za následek problémy s jeho ukládáním. S vyprodukovaným odpadem se musí nějak naložit, protože bezodpadové hospodářství zatím není v provozu a ani možná v uskutečnitelných návrzích.

Z výše uvedených údajů a z faktu, že skládkování je v ČR nejrozšířenějším způsobem nakládání s odpady a nejspíš ještě delší dobu bude, považuji za důležité se tématu skládek věnovat.

1.2 Zadání diplomové práce

Diplomová práce nese název „Analýza inženýrskogeologických a geotechnických poměrů skládky TKO v Úholičkách“ a vedoucím práce je Ing. Zdeněk Kudrna, CSc.

V mé diplomové práci jsem se měla dle zadávacího protokolu zaměřit na popis geologické situace v zadané oblasti, zhodnocení geotechnických vlastností zemin a vyhodnocení problémů se sedáním na skládce v Úholičkách.

Úkolem bylo zpracovat rešeršní práci ohledně skládky TKO Úholičky. To zahrnovalo vyhledání geologických prací v archivu. Dále jsem měla provést terénní práce, jejichž výsledkem byla inženýrskogeologická mapa v měřítku 1 : 5 000 a mapa dokumentačních bodů v měřítku 1 : 5 000 skládky TKO Úholičky. V závěru jsem se díky materiálům poskytnutých společností .A.S.A. a mého školitele mohla zaměřit na vyhodnocení sedání na skládce TKO v Úholičkách.

Práce poskytuje jednak obecné informace ohledně skládek a skládkování, ale také konkrétní hodnoty geotechnických vlastností zemin, které byly zjištěny laboratorními zkouškami na zkoumané skládce. Dále jsem materiály využila pro srovnání s jinými skládkami TKO. Důvodem pro výběr právě této skládky byla dlouhodobá časová linie monitorování sedání skládky, která ukázala zajímavé výsledky.

1.3 Metodika práce

Inženýrskogeologická dokumentace je základní činností inženýrského geologa. Správnou inženýrskogeologickou dokumentaci nelze provádět bez předchozího ujasnění předběžného inženýrskogeologického modelu řešené lokality. Vytvoření takového modelu je založeno na studiu archivních podkladů a výsledcích terénní pochůzky (Novotný, 2012).

Nejdříve jsem se zaměřila na rešeršní část diplomové práce, která spočívala

v návštěvách České geologické služby (ČGS) a Geofondu. Tam jsem hlavně získala archivní podklady a mapy k vypracování geologických poměrů zájmové oblasti. Dále jsem si opatřila topografické mapy v měřítkách 1 : 10 000 a 1 : 5 000 z prodejny map na Zeměměřickém úřadu na Praze 8. Mapové podklady jsem využila při terénní práci a později při kreslení inženýrskogeologické mapy a mapy dokumentačních bodů.

V části, kde jsem se zaměřila na obecné informace o skládkování, jsem použila mimo jiné České státní normy a zahraniční literaturu. Co se týče odpadového hospodářství u nás i ve světě, bylo důležité využívat internetu, protože jsem tak mohla získávat aktuálnější informace.

Terénní práci pro zpracování inženýrskogeologické mapy a mapy dokumentačních bodů jsem realizovala v listopadu 2012. Význam těchto prací spočíval v nashromáždění potřebných údajů k sestavení map. Bylo důležité projít si celý prostor mé zájmové oblasti pro pochopení geologické stavby území a pro grafické znázornění předkvartérního podkladu a kvartérního pokryvu.

Protože se chystá další etapa výstavby skládky, tak jsem se zaměřila i na tento rozšířený prostor skládky. V únoru 2013 proběhly vrtné práce na území plánované čtvrté etapy skládky. Moje práce tak může být přínosem při výstavbě budoucí etapy skládky.

K ručním zaráženým vpichům jsem použila ruční jednometrovou sondýrku a dvoumetrovou sondovací tyč a zatloukáci palici. Vzhledem k náročnosti prací jsem požádala o pomoc 2 muže. Po dokončení prací se průzkumné vpichy likvidovaly zásypem. V průběhu terénních prací jsem si vedla dokumentační deník, který mi sloužil jako podklad k popisům dokumentačních bodů, které jsou v příloze mé diplomové práce.

Topografická mapa ukazuje původní neupravený stav s vrstevnicemi a morfologickými útvary. Tyto podklady jsem naskenovala a uložila do programu AutoCAD 2007. Do mapy jsem zakreslila předkvartérní podloží světle šedou šrafou. Dále jsem výrazně vyznačila samotné těleso skládky červenou linií (navážky) a vodoteče modrou křivkou. Poté jsem vytvořila mocnosti pokryvných útvarů. Využila jsem zde proužkovou metodu. Příslušnou barvou jsou znázorněny typy hornin a sytostí jejich mocnost (k tomu je ještě mocnost označena římskou číslicí). Užší proužek znamená, že příslušná vrstva je pod vrstvou, která je znázorněna širším proužkem. Pokryvné útvary (chybí svrchní vrstva tzv. ornice), které jsem odvodila z terénních prací a vrtných a sondážních prací, jsem vybarvila v programu Adobe Photoshop CS2 2005 příslušnými barvami, které odpovídají legendě mapy. Mocnost těchto

útvary je odlišena intenzitou příslušné barvy. V mapě dokumentačních bodů je znázorněna nejen poloha dokumentačních bodů, zahrnujících i převzaté vrty, sondy, referenční body apod., ale i samotné těleso skládky.

V mapě dokumentačních bodů jsem převzaté body, vrty, označila přesně dle jejich označení v dokumentech vrtných prací. Nové dokumentační body, které vznikly během mého mapování v oblasti, což jsou zarážené sondy, které jsem označila oranžovým křížem s označením ZS a číslem, a dokumentační body, které jsem označila oranžovým křížem s označením DB a číslem. V mapě jsou zakresleny pouze vrty, které jsem využila pro vytvoření mé inženýrskogeologické mapy a které jsou součástí přílohy v diplomové práci.

Na vyhodnocení sedání skládky TKO Úholičky jsem použila archivní zprávy společnosti .A.S.A. s r. o. Jednalo se o zprávy z laboratorních prací, sledování sedání v průběhu několika let apod. Díky mé předchozí rešeršní práci, těmto podkladům a zahraniční literatuře jsem na konci diplomové práce mohla dojít k určitým závěrům při vyhodnocování sedání skládky.

2 Údaje o skládce TKO Úholičky

2.1 Lokalizace

Při stále se zvyšující potřebě ukládat komunální odpady bylo vybráno nové území pro výstavbu skládky asi 800 m severně od obce Úholičky v okrese Praha-západ (Obr. 2). Proudí sem značná část v Praze vznikajícího komunálního odpadu. Spolu s malešickou spalovnou a d'áblickou skládkou je jedním z klíčových zařízení pro jeho likvidaci. Odpad se tu ale nelikviduje, pouze ukládá (takto je to vnímáno ekology a laickou veřejností). Okolo se přitom rozprostírá vůbec nejstarší kulturní krajina u nás (www.cista-alternativa.cz). Z historie jsem se dočetla, že v lokalitě „Na zabitém“ se odehrála bitva na Turském poli, která je součástí Starých pověstí Českých.

Předtím bylo území využíváno pro zemědělské účely. Na místě plánované skládky bylo v minulosti uskutečněno několik ložiskově geologických průzkumů, které byly zaměřeny na vyhledávání zásob cihlářských hlín s vymezením bloků zásob.



Obr. 2 Poloha skládky TKO v Úholicích (Rosenberg a Dvořáček, 2006)

Velkokapacitní skládku v Úholicích severně od Prahy založila počátkem devadesátých let minulého století firma Regios, a.s., jako úložiště odpadů kategorie „TKO“ (tuhé komunální odpady) a „O“ (ostatní odpady, které nevykazují žádnou nebezpečnou vlastnost) s podkategorií S-003 dle třídy vyluhovatelnosti. V současnosti slouží pro spádovou oblast do zhruba 25 km a odpad sem dováží celkem 62 obcí. Pohled na skládku je na Obr. 3.

Firma zajišťuje komplexní služby v oblasti nakládání s odpady (svoz komunálního odpadu, provoz sběrného dvora odpadů, separovaný sběr, recyklace odpadového dřeva, sanační práce, projektová příprava, linka na výrobu tuhého alternativního paliva a strojní čištění komunikací). Společnost Regios, a.s. je dceřinou společností společnosti .A.S.A., spol. s r.o. Za den se tu odhaduje asi 80 až 100 průjezdů nákladních vozidel (Rosenberg a Dvořáček, 2006).

Dle platného územního plánu obce Úhličky se záměr nachází na ploše podnikatelských aktivit (PA) – výroba, sklady, výrobní služby určené k organizované skládce odpadů, jímacímu zařízení bioplynu, druhotnému zpracování odpadu. Oplocená plocha skládky činí 15,87 ha, z toho samotná zatěsněná plocha skládkového tělesa je 7,1066 ha. Skládku má v územním plánu vyhlášené ochranné pásmo 500 m.



Obr. 3 Pohled na skládku od JV (Kudrna, 2013)

2.2 Výstavba, provoz a uzavření skládky

Výstavba, provoz, uzavření a období následné péče probíhají po tzv. sektorech, což je základní technologický prvek (Obr. 4). Jednotlivé sektory tvoří jednu etapu z plánovaného celkového rozsahu skládky. Sektor zaujímá pás o šířce asi 30 m se spádováním ke středu, kde je umístěno potrubí pro odvod skládkové vody. Do roku 2020 budou realizovány celkem 4 etapy s 22 sektory.

Úniku vody prvoplánově brání nepropustné přirozená geologická bariéra (podloží skládky), doplněná technickou geologickou bariérou ze zhutněných vrstev spraší. Další překážkou je technická bariéra tvořená HDPE fólií. Taková ochrana již více než dostatečně odpovídá platným normám (dle ČSN 83 8032), kdy skládky skupiny S-OO musí mít dvě bariéry - geologickou a technickou.

Za geologickou bariéru se považuje podloží o mocnosti nejméně 1 m z hornin se součinitelem filtrace $k \leq 1 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Pokud geologická bariéra tuto podmínku nespĺňuje, může být doplněna vrstvou, jejíž parametry musí splňovat podmínku, že teoretické proteklé množství na 1 m² plochy činí nejvýše 3.10⁻⁹ m³/s. Tloušťka vrstvy by však neměla být menší než 0,5 m. Pro doplnění geologické bariéry mohou být použity např. bentonitové rohože nebo asfaltové, asfaltobetonové nebo jílocementové těsnění.

Technická bariéra může být:

- zemní (z horniny s hodnotou součinitele filtrace menším než $1 \cdot 10^{-9} \text{ m.s}^{-1}$; zemina musí být zhutněna nejméně ve třech vrstvách a konečná tloušťka ve zhutněném stavu musí být nejméně 0,6 m; těsnění musí být chráněno proti vysychání a následnému popraskání)
- fólie (musí být odolná proti korozi s minimální tloušťkou 1,5 mm)
- nebo jiný těsnicí prvek se srovnatelnou funkční vlastností.

U skládek skupiny S-OO a S-NO musí být jako technická bariéra použito fóliové těsnění (HDPE) (ČSN 83 8030).

Fóliové těsnění musí být pokládáno a spojováno tak, aby byla vytvořena homogenní souvislá a funkční plocha. Fólie musí být chráněna proti mechanickému poškození. Při každé nové etapě se musí před započítím skládkování do jednotlivých kazet a při dosažení mocnosti cca 2 m uloženého odpadu zkontrolovat celistvost folie vizuální kontrolou či geoelektrickým měřením (www.mzp.cz). Před zakrytím fólie musí být provedeny zkoušky svarů v celé délce.

Kontrolní zkoušky zemního těsnění se provádějí pro každou vrstvu samostatně. Zkouškami se stanoví křivka zmitosti, přirozená vlhkost zeminy, míra zhutnění, součinitel filtrace a obsah organických látek. Tyto zkoušky se provádějí nejméně na každých 500 m³ sypaniny. Důležitým momentem pro návrh kombinovaného těsnění je okolnost, že vzájemnou součinnost různých typů těsnících bariér se nezíská jen jednoduchý součtový efekt, ale i cosi navíc. Těsnící zeminy např. vytvářejí pro fóliové membrány ideální kontaktní (podkladní a krycí) vrstvy a předem tak zamezují vzniku poruch. Plastové fólie pak brání změnám vlhkosti, a tedy významně zvyšují funkční způsobilost zemních těsnění. Těsnění musí být zřízeno na celé ploše, ve které se těleso skládky stýká s terémem.

Ještě před započítím skládkování musí být uvedeno do provozu monitorovací zařízení k zdokumentování výchozího přirozeného stavu. Jakákoli přivezená dávka odpadu musí být okamžitě rozhrnuta a zhutněna kompaktozem. Maximální velikost aktivní plochy je s ohledem k možnosti manipulace s ukládanými odpady stanovena na 2 500 m² (www.mzp.cz). Nesmí se také zapomínat zhutňovat svah na bázi sypané hrany. Po vytvarování komunálního odpadu tělesa skládky je povrch urovnán vyrovnávací vrstvou zeminy. Skládka se poté překryje plynojemnou vrstvou ze štěrku či z geodrénu, která odvádí skládkové plyny. Následuje 2 x 20 cm hutněných spraší či jílu (minerální těsnění) - první těsnicí vrstva se napojila na spodní

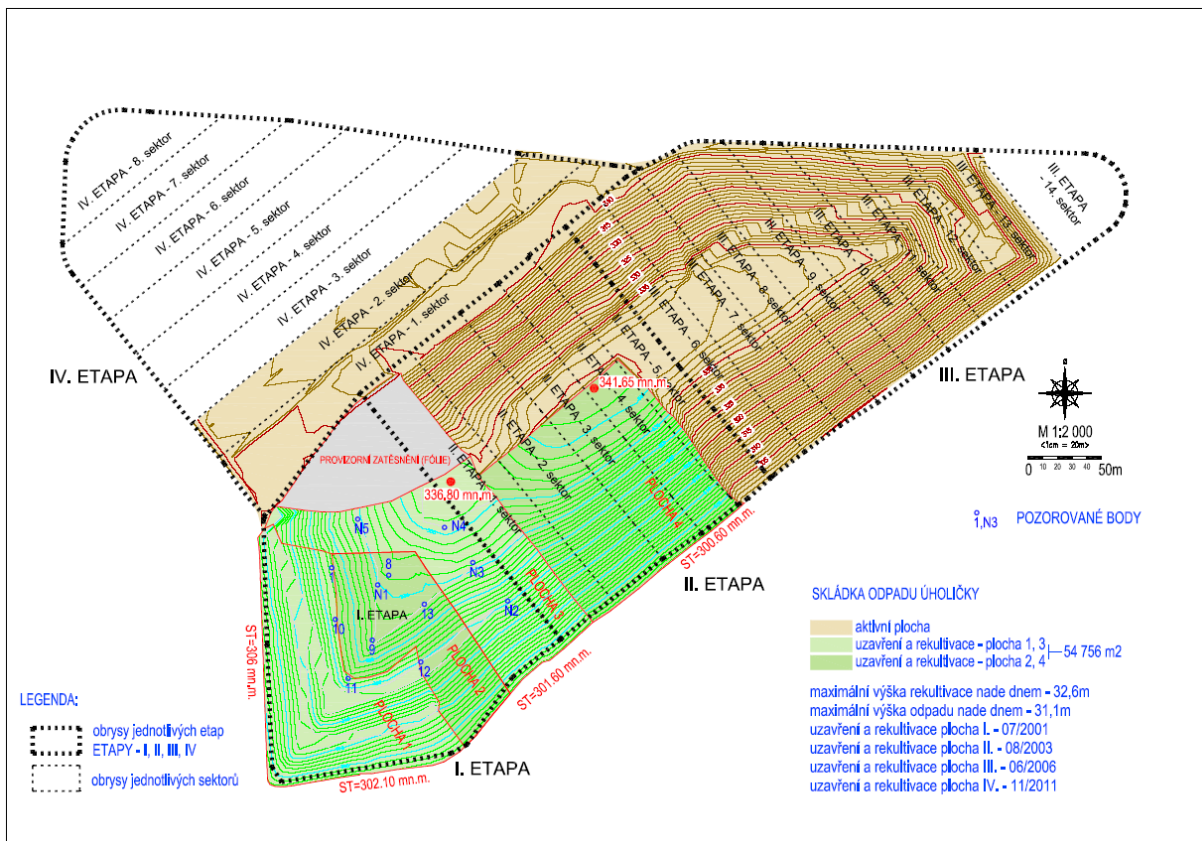
těsnící vrstvu na dně skládky a všechny další byly zhutněné těžkými válci, aby postupné sedání skládky bylo minimální. Na ně pak je uložena rekultivační vrstva o min. mocnosti 70 cm tvořená zeminou a nakonec asi 30 cm ornice.

Po uložení překryvné vrstvy z kvalitní zeminy a navezení humózní hlíny bylo posledním krokem osetí skládky trávou a osázení zelení. Samostatný projekt navrhl zasadit do místa nízké dřeviny: dříšťál, skalník, hloh, trnku, šípkovou růži, svídu krvavou a kalinu. Jsou to dřeviny, které jsou v regionu obvyklé, ale začínají být velmi vzácné v moderní agrárně-průmyslové krajině nížin. Všechny je nutné po výsadbě alespoň rok a půl zalévat. Skládka je oplocena, aby byly mimo jiné vzrůstající dřeviny ochráněny před okusováním zvěří (www.hochtief.cz).

Po ukončení provozu skládky je nutné realizovat její uzavření, rekultivaci a v rámci období následné péče omezit negativní vliv skládky na ŽP. Tyto činnosti se zajišťují ze zvláštních prostředků a prostředků finanční rezervy po dobu nejméně 30 let.

Vliv skládky na okolí je určován materiálovým složením deponie, fyzikálně chemickými a biochemickými podmínkami ve skládkovém tělese a také časem. Vedle původního složení deponovaného odpadu je nutno zohlednit i materiálovou změnu skládkového materiálu vlivem geochemických a biochemických reakcí v tělese skládky. Doba negativního ovlivnění horninového prostředí skládkovými výluhy je značná a k její kulminaci dochází v určitém časovém odstupu od ukončení skládkování.

Výskyt odpadů na povrchu terénu není akceptovatelný a rekultivace by měla být vždy cílovým stavem s ohledem na minimální rizikovost skládky stanovenou podle metodického pokynu MŽP. Ohlédneme-li i od nemalých nákladů na vybudování těsnících a drenážních prvků, vyvstává tu i problém do budoucnosti, tj. co za 30 až 40 let se zatěsněnými skládkami – s vývraty stromů, erozí obnaženými geotextíliemi a fóliemi apod. (Hrabal, 2013).



Obr. 4 Skládka TKO v Úholičkách s vyznačenými jednotlivými etapami včetně rekultivovaných ploch (zeleně) a měřických bodů znázorňující stav ke konci roku 2011 (Kudrna, 2013)

2.3 Voda v areálu

Dno skládky je upraveno do tvaru pro snadné odvedení vody do drenážního potrubí. Celé dno je kryté drenážním šterkem („kačirkem“) o mocnosti 300 – 500 mm. Skládková voda je potrubím odváděna z každé sekce přes drenážní systém do šachty drenážních vod (příslušná pro každý sektor skládky). Odtud jsou průsakové vody (voda z odpadů z rozkladných procesů a dešťová voda proteklá skládkovým tělesem) svedeny do dvoukomorové sedimentační šachty, jejíž součástí je čerpací stanice průsakových vod a dále do bezodtoké jímky průsakových vod (3 000 m³). Jímka je konstruována jako nepropustná (2 x 200 mm minerálního těsnění, překryté folií tloušťky 1,5 mm s ochrannou geotextilií 700 g·m⁻², na níž je nasypána šterková vrstva tloušťky 300 mm, frakce 32 – 63 mm). Pod jímkou průsakových vod je vybudována kontrolní drenáž, zaústěná do kontrolní šachty jímky průsakových vod. Při

eventuálním přebytku mohou být akumulované průsakové vody odváženy na smluvní ČOV.

Skládkovou vodou se zpětně zavlažuje vnitřní obsah rekultivovaných částí. Množství recirkulované vody je cca 18 000 m³/rok.

Nakládání s dešťovými vodami je v areálu skládky řešeno odvodňovacím příkopem skládky a systémem dešťové kanalizace skládky. Dešťové vody jsou z rekultivované plochy odvedeny pomocí odvodňovacích betonových žlabů a poté do jímky čisté vody. Dále jsou srážkové vody vypouštěny do místní vodoteče (bezejmenný levostranný přítok Podmoránského potoka). Na skládce v Úholičkách bude v budoucnu vybudována jímka povrchových vod, do které se srážky budou zachytávat pro další zavlažování povrchu skládky.

Zpětná recirkulace skládkové vody je důležitá jak pro dobrý rozvoj biodegradačních procesů, ale i pro omezení prašnosti, tak pro budoucí stabilitu tělesa skládky. Protože území patří k těm s nižším ročním srážkovým úhrnem je třeba skládkovou vodu z jímky prakticky průběžně recirkulovat na povrch skládky. Ke zvlhčení se používá i kalová voda z bioplynové stanice na skládce. Výluhové vody ze skládky jsou jímány v centrální jímce nacházející se v jižní části areálu.

V rámci hydromonitoringu se sleduje kvalita podzemní vody v monitorovacích vrtech (M1 - M4).

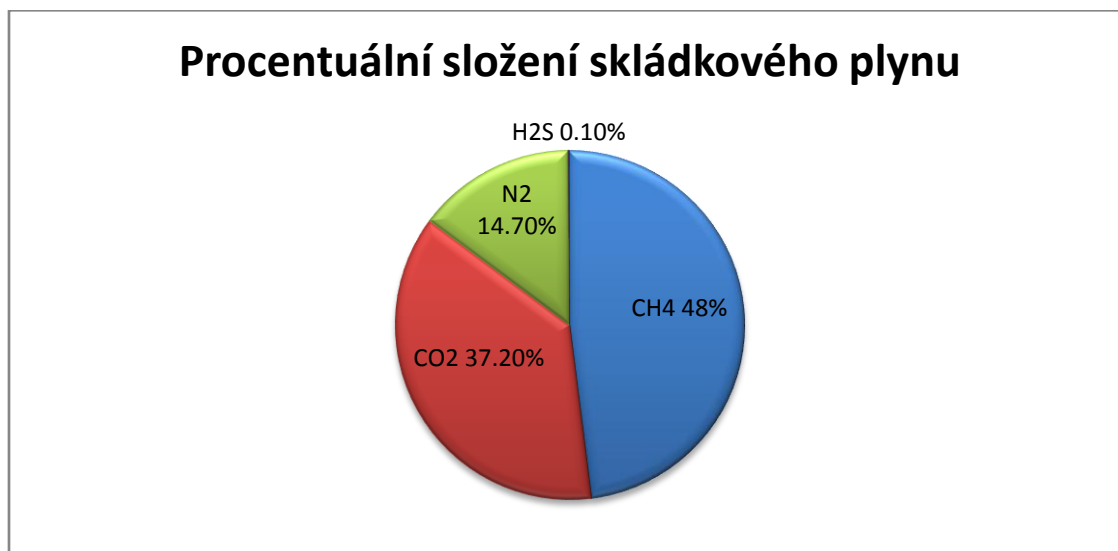
2.4 Skládkový plyn

Dalším krokem bylo vybudování odplyňovacího systému, sloužícího k omezení úniku emisí do ovzduší. Podmínky, nutné proto, aby ve skládce započaly procesy vedoucí k tvorbě plynů obsahujících metan, jsou tři. Zcela obecnou potřebou pro průběh všech typů biochemických reakcí, uskutečňovaných mikroorganismy, je přítomnost vody. Jako druhá podmínka se řadí přítomnost reagujících substrátů. Dalším požadavkem je však také nepřítomnost kyslíku a dostatečná teplota (Straka, 1999). Mezi hlavní činitele ovlivňující rychlost tvorby skládkového plynu se uvádí vlhkost, pH skládkového výluhu a teplota ve skládce.

Skládka náleží z hlediska nakládání se skládkovým plynem do třídy III dle ČSN 83 8034 Skládání odpadů – odplynění skládek. V každé sekci je založeno a průběžně

prodlužováno 4 - 5 bioplynových studní, což jsou perforované plastové trubky obsypané štěrkem. Vertikální vrty jsou propojeny plastovými potrubími, která se kladou buď přímo do skládky, nebo se ukládají do betonových, volně složených a zakrytých koryt, aby potrubí bylo lépe chráněno při nerovnoměrném sedání skládky. K horní části je napojeno plynové potrubí s uzavíracím ventilem do regulační šachty.

Odsávaný bioplyn pomocí čerpací stanice slouží k pohonu kogenerační jednotky. Každá studna ale „dává“ jiný objem plynu s rozdílnou kvalitou. Proto se všechny dvakrát měsíčně monitorují a seřizují tak, aby do motoru kogenerační jednotky proudil plyn v optimálním složení. Množství odčerpávaného skládkového plynu je cca 1 200 000 m³/rok. Na Grafu 1 je zobrazeno procentuální složení skládkového plynu. Poměr dvou základních plynů se mění s časem a procesy, které v tělese probíhají. V prvních fázích převládá oxid uhličitý a až později má převahu metan.



Graf 1 Procentuální složení skládkového plynu dle monitoringu v dubnu 2011, kdy se odebral vzorek z 20 studní (upraveno dle Kudrna, 2013)

Bioplyn začne vznikat hned po uzavření sekce, ale dobře využitelný je až zhruba za rok (Trnavský, 2009). Mezera mezi aktivní plochou po rekultivaci by proto měla být co nejmenší, aby bioplyn neunikal do ovzduší. K tomu slouží dočasná rekultivace. Ta se později odstraní.

V odpadech vyvážených na skládku se postupně snižuje podíl biologicky rozložitelných látek na úkor rostoucího podílu biologicky nerozložitelných látek. Na skládku se tak nyní vozí převážně netříděný komunální a průmyslový či stavební odpad s převahou

pevných látek a plastů. To se projevuje snížením vývinu bioplynu (Trnavský, 2009).

Při výpočtu tvorby plynu je důležitý poločas rozkladu různých frakcí biologicky rozložitelného komunálního odpadu (čas, za který se rozloží 50 % organické hmoty), který je u snadno rozložitelného odpadu (např. kuchyňské odpady) asi 1 rok, u středně rozložitelného odpadu (např. papír, přírodní textilie) asi 5 roků a u obtížně rozložitelného odpadu (např. dřevo, impregnované lepenky) asi 15 let (www.biom.cz).

2.5 Deponie skládky a další zařízení v areálu

Deponie skládky, tvořené sprašovými zeminami, se nacházejí u vjezdu do areálu. Deponie D1 je uložena dále od vjezdu na skládku (jižněji), Deponie D2 je pak naproti provozní budově (severněji).

D1 má výšku 15 – 16 m nad okolní terén. Povrch deponie není porostlý vegetací. D2 pak navazuje na D1, tudíž zemina byla ukládána směrem severním. Její výška je 6 – 8 m nad terénem. Povrch deponie je porostlý náletovou vegetací. Celkový objem obou deponií byl stanoven geodetickým zaměřením na 129 000 m³. Z tohoto objemu lze uvažovat s využitím 108 000 – 111 000 m³ zemin pro minerální těsnění skládky a cca 20 000 m³ zemin pro terénní úpravy.

V areálu skládky je umístěno i několik doplňkových provozů, včetně linky firmy A.S.A. na výrobu tuhého alternativního paliva drcením speciálně separovaného odpadu pro využití v cementářských pecích v areálu skládky s maximální zpracovatelskou kapacitou 10 000 tun alternativního paliva za rok, která však není zdrojem znečištění ovzduší. Přivážené odpady jsou na lince zpracovány dvoustupňovým drcením a výrobek je předáván do meziskladu výrobků. Dále byl v dubnu 2012 v areálu oficiálně zahájen provoz nové třídící linky společnosti .A.S.A., spol. s r.o. na zpracování druhotných surovin. Kapacita linky umožní zpracování minimálně 15 000 t papíru a plastů ročně. Dále tu probíhá sběr a výkup nebezpečného odpadu, který je ukládán do skladiště nebezpečného odpadu.

3 Přírodní poměry zájmové oblasti

3.1 Geologická prozkoumanost

Z hlediska geologické prozkoumanosti je na tom tato oblast velice dobře. Mé zájmové území se rozprostírá na dvou mapových podkladech. Jedním je Základní geologická mapa ČSFR 1 : 25 000 klad listu 12-241 Roztoky, jejímž autorem je Straka (1993). Druhou je Základní geologická mapa ČSSR (prozatímní vydání – reprodukce autorského originálu) 1 : 25 000 klad listu 12-232 Buštěhrad, kde je autorem listu Mašek et al. (1995).

Území, kde se nachází skládka TKO Úholičky a její širší okolí, náleží ke Kladenské tabuli. Povrch oblasti je mírně zvlněn do paroviny. Jen Vltava a její přítoky tady tvoří hluboce zaříznutá údolí. Nad tento reliéf vystupují jen hřbety a menší útvary silicitů (bulizníků).

Podloží je z větší části tvořeno monotónním komplexem mocných mořských uloženin barrandienského svrchního proterozoika. Je to komplex sedimentárních a vulkanogenních hornin, slabě regionálně metamorfovaných (drob, prachovců, břidlic, silicitů, vzácně bazaltů). Dosavadní výzkumy svrchního proterozoika měly jen přehledný charakter. Za zmínku stojí práce Matějky (1921), Ciniburka (1960, 1961, 1965, 1966) a Röhliche (1960, 1962). V severní části sem zasahuje komplex slabě metamorfovaných bazaltů (spilitů). Spilitovými horninami se zabýval Fiala (1977). V okolí Hoštic vychází komplex granodioritů, se kterými jsou zřejmě geneticky spjaty zóna kontaktní metamorfózy a také žilný doprovod. Stáří těchto vyvřelin je pravděpodobně paleozoické. Těmto horninám se věnovali Röhlich a Ciniburk ve výše zmíněných pracích. Žilným doprovodem se věnovali Bořický (1880), Klvaňa (1893) a Ciniburk a Kratochvíl (1961).

Z prací o křídě musím zmínit Krejčího (1869), který popisuje korycanské a bělohorské vrstvy na linii Dřínov-Ládví-Prosek a dále Friče (1879) uvádějícího detailní profil bělohorskými vrstvami mezi Brnkami a Chabry. Nejvíce údajů o křídě pak přináší práce Matějky (1923). Později už křídě v mé zájmové oblasti nebyla věnována žádná velká pozornost.

Součástí české křídové pánve jsou uloženiny bělohorského souvrství - spodní turon. Terciární sedimenty našeho území popsal Engelmann (1911), jehož poznatky revidovali

Kodym a Matějka (1920). Širší geologický pohled na vývoj Českého masivu v terciéru a na hranici pliocén/pleistocén publikovali Žebera (1967) a Žebera a Mikula (1982).

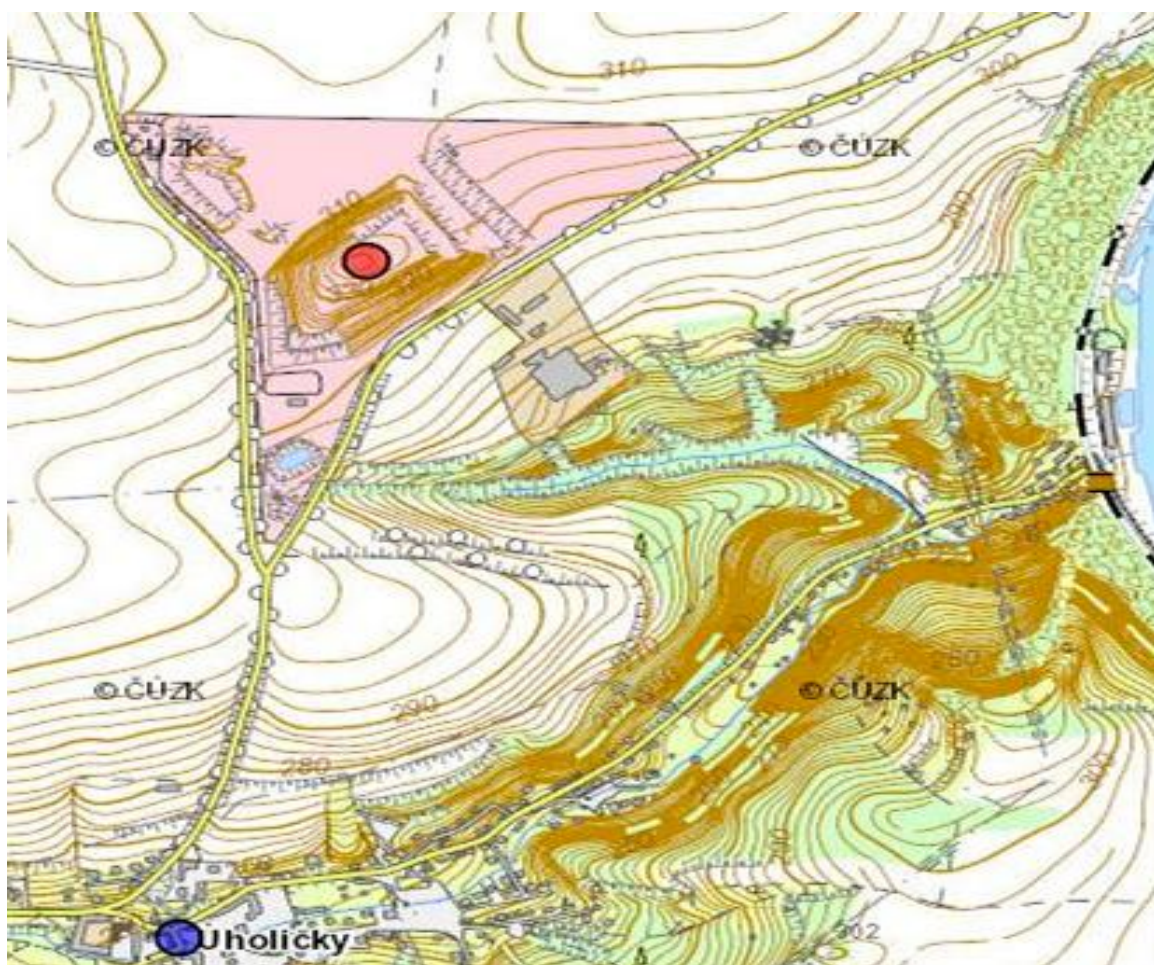
O kvartéru existuje neméně rozsáhlá literatura. Deluviální sedimenty na úbočí Kozích hřbetů popsali Záruba (1944) a Roth (1955). Řada prací se zabývá stratigrafií sprašových sedimentů, které tvoří rozsáhlé území v mé zájmové oblasti. Můžu zmínit práce: Žebera (1937, 1947), Prošek (1947, 1947a), Ložek (1955, 1964, 1969), Prošek a Ložek (1951, 1957), Záruba et al. (1960) a Kočí et al. (1974). O terasách pak klasické práce Engelmann (1911), Kodym a Matějka (1920), Matoušek (1923), Petrbock (1924), Zázvorka (1934) a Záruba (1942, 1943a, 1943b).

Z novějších průzkumů mám dále v diplomové práci uvedeny závěrečné zprávy inženýrskogeologického, hydrogeologického a geofyzikálního průzkumu pro skládku TKO v Úholičkách z jednotlivých etap.

Z mapových podkladů bych mohla uvést přikrytou generální mapu 1 : 200 000 list Praha (Žebera a Urbánek, 1953), mapa 1 : 75 000 list Praha (Kodym sen. a Matějka, 1927). Území je zahrnuté v přehledných mapách hydrogeologických (Hazdrová, 1983), gravimetrických (Ibrmajer, 1965) a pedologických (Zuska a Vlach, 1972). Některé úseky jsou dále znázorněny na dílčích mapách inženýrskogeologických (Sekal, 1974) i pedogeologických (Žebera, 1946). Podrobnou geomorfologickou mapu území na sever od Prahy s vysvětlivkami publikovali Balatka et al. (1959). Geofyzikální mapu území sestavili Šalanský a Manová (1984). Geofactory životního prostředí zachycuje série map Ústředního Ústavu Geologického (ÚÚG) list 12-23 Kladno.

3.2 Orografie a morfologie zájmového území

Zájmové území se nachází západně od Řeže a severně od obce Úholičky. Je sevřeno komunikacemi Úholičky-Tursko a Úholičky-Libčice nad Vltavou (Obr. 5). Dle Zeměpisného lexikonu ČR (Demek et al., 2006) patří širší okolí zájmového území do provincie Česká vysočina, soustavy Poberounské, podsoustavy Brdské, celku Pražská plošina, podcelku Kladenská tabule a konečně celku Turská plošina.



Obr. 5 Umístění skládky TKO v Úholičkách (www.mapy.cz)

Turská plošina je členitá pahorkatina s hluboce zaříznutým údolím Vltavy a jejích přítoků. Je zde vytvořen rozčleněný erozně denudační reliéf polygenetického původu s exhumovaným předkřídovým zarovnaným povrchem, který je zpestřen četnými strukturálními hřbety a suký (bulžníky, bazalty). Ty jsou často JZ – SV směru.

Nejvyššími body v okolí jsou Erš (345 m n.m.), Kamýk (333 m n.m.), Krliš (308 m n.m.), Kozí hřbety (304 m n.m.) a Řivnáč (296 m n.m.). Nejnižší leží údolí Vltavy v Podmorání o nadmořské výšce okolo 172 m n.m. Terén se svažuje generelně k východu a k jihu.

Území v místě skládky má charakter mírně zvlněné náhorní paroviny se sklonem k hluboce zaříznutému meandru Vltavy, vzdáleném 1,5 - 2 km, terén je tedy ukloněný od severozápadu k jihovýchodu. Limitní nadmořské výšky rostlého terénu se pohybují v rozmezí

307,5 - 310,5, tj. sklon odpovídá 3% (Souček, 2011). Těleso skládky dosahuje výšky cca 325 m n.m.

Podle Atlasu podnebí ČR (Tolasz et al., 2007) náleží zájmové území po stránce klimatické do okrsku B2, který je charakterizován jako mírně teplý, mírně suchý, převážně s mírnou zimou. Průměrná roční teplota vzduchu je 8 - 9°C, lednová -1 až -2°C a červencová 18 až 19°C. Atlas podnebí uvádí pro zájmovou oblast roční srážkový úhrn 500 – 550 mm, průměrný počet dnů se sněhovou pokrývkou 40 - 50 dní, průměrný roční úhrn globálního záření 3700 – 3800 MJ.m⁻² a převládající větry jsou jihozápadní a západní s průměrnou roční rychlostí větru 3 – 4 m.s⁻¹.

Je to nepatrně až málo zalesněný okrsek dubovými, borovými a akátovými porosty. Území náleží do 2. – 3. vegetačního stupně. Druhý vegetační stupeň se nazývá bukovo - dubový a třetí vegetační stupeň se nazývá dubovo- bukový. Jak předchozí věta napovídá, jsou si tyto dva stupně velice podobné. Zaujímají oblast pahorkatin a vrchovin v nadmořských výškách 200 – 500 m n.m. Délka vegetační doby činí 155 - 165 dní, průměrná roční teplota je 8°C, srážky okolo 600 mm. Biota tu odpovídá biogeografické zóně středoevropského listnatého lesa.

Zájmové území náleží z velké části do povodí Podmoránského potoka, který tvoří levostranný přítok Vltavy. Území budované svrchním proterozoikem je reprezentováno slabě metamorfovanými horninami s vložkami silicitů je vodohospodářsky nevýznamné. Nelze zde vyloučit znečištění od drobných zdrojů. Povrchová voda je tu povětšinou silně znečištěná, což předpokládá její využitelnost jen na závlahy.

Podle substrátu se na území vyskytují půdy černozemního typu (převážně na spraších a jejich derivátech). Hlavním půdním typem na eluviu svrchnoproterozoických hornin a na kvartérních sedimentech (s výjimkou spraší) jsou půdy hnědozemního typu s hojnou skeletovou a písčitou příměsí.

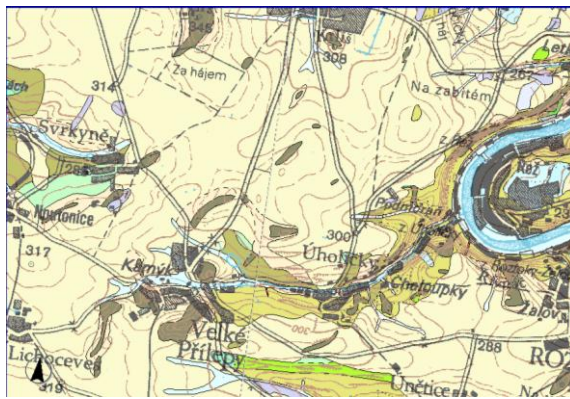
Zájmové území se nachází v oblasti s nízkým až přechodným radonovým indexem. To poskytuje informaci o předpokládané přítomnosti zdraví nebezpečného radonu v podloží. Přechodný index je používán pro nehomogenní kvartérní sedimenty (mezi nízkým a středním indexem).

Území severně od Úholiček je ohroženo větrnou erozí. Mimoto se zde projevuje vodní eroze. Ta zapříčinila vznik strmých údolí. V proterozoických drobách tak dochází ke skalnímu říčení (oblast Libčice nad Vltavou).

V bezprostředním okolí skládky, asi 400 m JZ, se nachází chráněné ložiskové území Ubčice. Dále se v blízkosti skládky, asi 0,5 km východně, nalézají významný krajinný prvek U Moráňských skal (VKP 17 dle ÚSES). Dále na východ probíhá nadregionální biokoridor Údolí Vltavy (NRBK 1). Ten je tvořen údolím Vltavy a nivou mezi komunikacemi a tokem řeky ve vzdálenosti cca 1,5 km od skládky (www.portal.cenia.cz). Nedaleko se nalézají Státní přírodní rezervace (SPR) Roztocký háj – Tiché údolí. SPR byla vyhlášena roku 1951 a nachází se na jižním okraji města Roztoky (www.wikipedia.org). Toto rozlehlé území na proterozoických horninách je krajinářsky hodnotné se svými zbytky teplomilných porostů, výchozy skal a smíšenými porosty. Dále se zde nachází archeologická rezervace Levý Hradec, což je raně středověké hradiště na území dnešního města Roztoky. Byl zde vybudován první křesťanský kostel v Čechách (www.wikipedia.org). Lokalita dnes patří mezi národní kulturní památky.

3.3 Geologické poměry

V zájmové oblasti (Obr. 6) tvoří podloží povětšinou svrchnoproterozoické horniny náležející k severní části barrandienu, do jeho spilitové serie. Jen na severu mapového listu sem zasahuje komplex slabě metamorfovaných bazaltů, ale to se přímo netýká bližšího okolí skládky v Úholičkách. Povrch byl zastižen pouze archivním monitorovacím vrtem M1 v hloubce 19,2 m. Břidlice, pracovce a droby jsou tmavě hnědé až černošedé barvy, zvětralé a rozpukané. V jejich nadloží jsou uloženy druhohorní svrchně křídové sedimenty. Jedná se o cca 8 m mocnou vrstvu středně zrnitých pískovců- zvětralých při povrchu vrstvy v písčité eluvium a zvětralé, rozpukané, poměrně málo odolné a tmavě šedé slínovce, zvětralé na slín pevný. Na těchto horninách pak leží převážně eolické sedimenty spolu s deluviálními a fluviálními sedimenty.



kenozoikum	
kvartér	
<i>holocén</i>	
1	navážka, halda, výsypka, odval (antropogenní) (složení proměnlivé)
6	nívní sediment (fluvialní nečlenené + sedimenty vodních nádrží)
7	smíšený sediment (dehruviofluvialní)
12	písčito-hlinitý až hlinito-písčitý sediment (dehruviální) (složení pestré)
13	kamenitý až hlinito-kamenitý sediment (dehruviální) (složení pestré)
<i>pleistocén</i>	
16	spraš a sprašová hlína (eolická) (složení křemen + příměsi + CaCO ₃)
2439	písčité štěrky (fluvialní)
23	písek, štěrk (fluvialní) (složení pestré)
2077	písek, štěrk (fluvialní) (složení pestré)
neogén, kvartér	
<i>pliocén, pleistocén</i>	
49	písek, štěrk (fluvialní) (složení pestré)
ČESKÝ MASIV - POKRYVNÉ ÚTVARY A POSTVARISKÉ MAGMATITY	
mezoozoikum	
křída	
<i>křída svrchní</i>	
307	písčité slínovce až jílovce spongilitické, místy silicifikované (opuky) (mariní)
313	pískovce křemenné, jílovité, glaukonitické (mariní) (složení křemenný, vápnatý, jíl, glaukonit)
316	vápence biodetritické (mariní)

Obr. 6 Geologická mapa širšího okolí skládky TKO v Úholičkách (www.mapy.geology.cz)

Dle celkového charakteru svrchnoproterozoických hornin lze předpokládat jejich rychlou sedimentaci. Oblast byla postižena intenzivní vulkanickou činností. Slabá regionální metamorfoza byla projevem pravděpodobně kadomského horotvorného cyklu (Straka et al., 1988). Horniny tohoto stáří v zájmové oblasti řadíme ke kralupsko-zbraslavské skupině, která je zde zastoupena drobou, prachovcem a břidlicí s převahou drob a silicitů.

Droby jsou v čerstvém stavu černé masívní horniny. Bývají středně rozpukané, tlustě deskovitě odlučné, jemně až středně zrnité, místy hrubozrné. Klastické součásti představují úlomky křemene a albitu. Běžná je přítomnost muskovitu, chloritu, K-živce, epidotu, zirkonu, amfibolu, pyroxenu a rekrystalovaného turmalínu. Základní matrix je tvořena hlavně minerálem ze skupiny muskovit-illit, chloritem, křemenem, plagioklasem a tmavým uhlíkatým pigmentem. Ve srovnání s běžným chemismem barrandienských svrchnoproterozoických drob nebyly zjištěny anomálie. V usměrněných (fylitizovaných) partiích, charakteristických silnější rekrystalizací základní hmoty i klastických součástí a jejich plošně paralelním nebo lineárním usměrněním, leží vložky v drobách orientovány většinou paralelně s foliací. „Toto paralelní uspořádání je spíše výsledkem metamorfního usměrnění než znakem pravidelné sedimentace“ (Straka et al., 1988). V důsledku své odolnosti vůči erozi a denudaci vytvářejí rozsáhlé výchozy.

Silicity jsou vyvinuty jako většinou tmavé horniny se stavbou masívní, plošně paralelní nebo brekciovitou. Jsou hojně rozpukány a prostoupeny žilami bílého křemene.

Silicitová tělesa bývají doprovázena při okrajích šedými, křemenem bohatými břidličnými horninami. Ty obsahují často drobné deskovité a čočkovité polohy tmavých silicitů. Z geologické pozice se zdá, že silicity původně tvořily rozsáhlejší tabulovitá tělesa a jsou tedy relikty starého, pravidelného zvrstvení. Výskyty silicitů v mém zájmovém území jsou převážně v terénních elevacích. Tyto výskyty mají směr JZ – SV.

Počátkem svrchní křídly dochází k transgresi křídového moře. Ve spodním až středním turonu následovalo další prohloubení moře a tím ke zjemnění sedimentů (oproti předchozím korycanským a peruckým vrstvám). Vytvořily se tzv. bělohorské a jizerské souvrství. Pro tato souvrství jsou charakteristické slínovce, opuky a jílovce.

Postupně v této době bylo celé území zaplaveno mořem. Je možné, že se tu uložily i mladší křídové sedimenty, ale ty po ústupu moře podlely denudaci, jako většina sedimentů spodnoturonských a starších. Generelní úklon u těchto sedimentů je k SV (Straka et al., 1988). Tato souvrství litologickým vývojem patří k vltavo-berounské faciální oblasti (Dvořák, 1976). Faciální vývoj křídových sedimentů byl ovlivněn výraznou elevací předkřídového reliéfu.

Původně pokrývaly celé území, ale po regresi křídového moře podlely denudaci. Petrografický charakter je ovlivněn charakterem podloží. V místech, kde jsou v jejich podloží psamity korycanských vrstev či prachovce peruckých vrstev, tvoří bázi souvrství několik decimetrů mocná poloha měkkých, silně písčitých jílovců až slínovců až jílovitých jemnozrnných pískovců, zpravidla silně glaukonitických. V místech, kde bělohorské souvrství nasedá na svrchnoproterozoické podloží (oblast Unhošťsko-turského hřbetu), reprezentují jeho bazální část glaukonitické, prachovité až písčité vápnité jílovce až prachovce. V jihozápadní části listu mapy přecházejí slínovce do pevných, nepravidelně deskovitě odlučných slínovců - opuk, vyznačujících se větším obsahem bioklastů, především jehlic hub a silnější kalcifikací.

Jako jílovec označujeme částečně zpevněný pelitický sediment, který obsahuje vysoký podíl částic o velikosti pod 0,002 mm. Jílovce jsou šedé až černošedé. Běžně se u nich vyskytuje rozptýleně pyrit, často i ve formě konkrecí. Textura je lavicovitá, deskovitá nebo laminární.

Slínovec je zpevněná hornina ze směsi jílovité a prachovité frakce s karbonátovou hmotou.

Opuky vznikaly z nejjemnějších částic usazených na mořském dně. Jsou světle žlutohnědé nebo světle šedé s výraznou deskovitou odlučností. Tvoří ji jílovité a prachovité

částice s příměsí vápencové složky. Často obsahují hojné jehlice hub, schránky foraminifer a glaukonit.

V mladším terciéru pokračovala denudace křídových sedimentů a transport zvětralin do mělkých vodních pánví. Terciérní štěrkovité sedimenty se vyznačují monotónním petrografickým složením valounové frakce - křemen, bulžník, střípky křídových hornin. Podle paleontologických nálezů teplomilné flóry vznikaly tyto sedimenty v teplém humidním prostředí.

Ochlazení počátkem pleistocénu mělo dopad hlavně na vegetaci. Geologické procesy byly ve starém pleistocénu ještě dozníváním procesů terciérních. Po vytvoření hlavní vodní sítě pokračovala sedimentace teras Vltavy, a to v širokém nezahlobeném korytě (terasy donau). Ve středním pleistocénu následovalo stupňovité postupné vyklenování Českého masívu jako celku. Tok Vltavy na to reagoval erozí a vytvořením epigenetického údolí. V nejmladším pleistocénu byly erozní tvary zmírněny eolickou činností (sedimentace spraší, sprašových hlín a v nepatrném rozsahu i navátých písků).

Plošně a co do mocnosti převažují sedimenty eolické a fluviální. Mechanické zvětrávání předkvartérního podkladu a pokračující destrukce terciérních sedimentů dodávala materiál ke vzniku deluviálních a deluviofluviálních sedimentů. Původ eolických sedimentů je nutno hledat v platformních sedimentech v západní a severozápadní části mapy. Kvartérní sedimenty jsou podrobně v mapách 1 : 10 000 (Zoubek, 1977), ze kterých vycházela mapa 1 : 25 000 Roztoky (Straka, 1993).

Pleistocéní fluviální sedimenty tady výhradně náleží vltavskému terasovému systému. Fluviální písčité štěrky a štěrkovité písky (starý donau) tvoří nejvyšší a nejstarší terasový stupeň, který lemuje levý břeh Vltavy JV a J od Libčič nad Vltavou. Tvořena písčítými štěrky drobně až středně zrníty, limonitizovanými, které jsou jen místy zahliněné. Písky jsou přítomny v podřízeném množství.

Fluviální písčité štěrky (mladý donau) se nacházejí v podloží eolických sedimentů popsané z cihelny v Žalově (Záruba et al., 1960) a terasové sedimenty zastižené v opuštěném hliništi Z od Letek při silnici na Tursko. Báze terasy se pohybuje okolo 265 m a povrch až 280 m. Terasa dříve označována jako suchdolská, byla podrobně popsána v práci Záruby (1942), Petrbocka (1924) a Zázvoroky (1934).

Fluviální písčité štěrky (günz) se vyskytují na levém břehu Vltavy v podloží eolických sedimentů v západní části Roztok, v podloží spraší v Žalově, jižně od Libčič nad Vltavou a

v Chýnově. Celková mocnost nepřesahuje u terasy 10 m. Terasa je dobře odkryta ve šterkovně při J okraji Chýnova a v odkryvu hřiště v Žalově, kde vychází středně až hrubě zrnitý světle šedý písčítý šterk. V Chýnově ve šterkovně se v celé mocnosti akumulace těžší písčítý šterk pro místní potřebu.

Eolické sedimenty jsou plošně nejrozsáhlejším pleistocénním kvartérním sedimentem území. Typické silně vápnité, místy jemně písčité, okrově žlutohnědé až světle šedé, sloupcovitě odlučné spraše s polohami cicvárů a vápnitými záteky. Vedle jemnozrných spraší se v okrajích vyskytují sprašové deriváty, tj. lokálně odvápněné spraše (sprašové hlíny – světle až tmavě hnědé barvy) a někdy na okrajích akumulací na mírných svazích spraše s úlomky hornin. V erozní rýze JV od Klecánek a při Z okraji výšiny Holosmetka je drobný relikv vápnitých navátých písků.

Spraše (würm) vytváří na levém břehu Vltavy plošně rozsáhlé pokryvy s mocností 1 - 5 m, ojediněle 6 - 8 m. Pokrývají většinu mé inženýrskogeologické mapy. Vibrátorovými vrty byly v území mezi Žalovem a Úholičkami zastíženy dvě fosilní půdy černozemního typu. Na jejich základě a podle analogie z jiných odkryvů lze doložit, že sprašové pokryvy tohoto typu jsou převážně würmského stáří. Jsou světle hnědožluté vápnité, pórovité, siltové zeminy s typickou prismatickou odlučností. Obsah CaCO_3 se projevuje jak rozptýleně, tak v žilkových výkvětech (pseudomyceliích) či konkréciích (cicvárech). Odvápněním přecházejí spraše do sprašových hlín, které obsahují v nepravidelných vrstvičkách příměs písku nebo drobné úlomky hornin skalního podloží.

Deluviální blokové sutě se vytvářely obnažením buližníku. Proto povětšinou obklopují silicitové bloky. Výplň mezi jednotlivými bloky a balvany tvoří narezavěle hnědé písčité hlíny, často s drobnou buližníkovou drtí. Směrem po svahu dolů se sediment zjemňuje a více opracovává.

Deluviální hlinitokamenité sedimenty (pleistocén-holocén) se nacházejí pod terasovými plošinami a na táhlých pozvolných svazích, budovaných horninami svrchního proterozoika. Klastickou složku tu představují úlomky proterozoika a příměs valounového materiálu z teras. Výplň tvoří hlíny s písčitou příměsí. U těchto sedimentů došlo jen k pozvolnému posouvání hornin po svahu.

V holocénu vytvářející se deluviofluviální písčitohlinité sedimenty se nacházejí v plochých závěrech údolí a ve dnech údolních depresí. Jsou zpravidla protékány periodickými toky. Jejich mocnost je značně proměnlivá, ale činí maximálně 1 - 3 m. Petrografické složení je ovlivněno geologickým složením okolí. Výplně plochých depresí, založených v měkkých křídových sedimentech, mají ve vrchní části bahnité náplavy s vlhkomilnou vegetací. Bazální

část tak tvoří jílovitý štěrk, často zvodnělý. V územích tvořených proterozoikem mají polohy značnou příměs klastického materiálu.

Fluviální, převážně písčitohlinité sedimenty (holocén) pokrývají zcela nebo zčásti mladopleistocenní terasu Vltavy a vyplňují i údolí jejích přítoků. Tyto fluviální sedimenty dosahují většinou mocnosti 2 - 5 m, ojediněle až 10 m. Jsou to jílovité a bahnitě náplavy s podílem písčité a štěrkovité frakce, ale také organické substance. Po regulaci Vltavy úpravě břehů zmizely drobné morfologické výškové rozdíly, typické pro inundační území (Straka et al., 1988). Zanedbatelné nejsou mocnosti a rozsah těchto sedimentů u přítoků Vltavy.

Samostatnou část také tvoří antropogenní uloženiny, které ale hrají velice důležitou roli v diplomové práci. V této oblasti často dochází k zavážení vytěžených prostor stěnových jámových lomů a hlinišť cihelen komunálním odpadem. Tyto navážky dosahují až 15 m. V odpadní jímce JV od Debrna jsou sedimentovány kaly ze šroubáren v Libčicích nad Vltavou, které při možné infiltraci terasovými sedimenty do povrchových a podzemních vod mohou znamenat ohrožení užitkové a pitné vody v okolí (Straka et al., 1988). Dále jsou zaváženy břehy Vltavy (holocénní náplavy). Avšak největší antropogenní uloženinu v mé zájmové oblasti tvoří právě skládka TKO v Úholičkách, kde však skládkování probíhá řízeně a je po částech rekultivována. Navážky jsou lokálně omezeny a souvisí s terénními úpravami stávajícího areálu. Nacházejí se v prostoru odstávky nákladních aut a manipulace s odpadem. Průzkumem nebyly zjištěny žádné historické artefakty.

3.4 Inženýrskogeologické vlastnosti hornin

Průměrná objemová hmotnost je u proterozoických sedimentů $2\ 680\ \text{kg/m}^3$, silicity $2\ 620\ \text{kg/m}^3$. Křídové sedimenty se pohybují okolo $2\ 300\ \text{kg/m}^3$. Štěrkopísky a kvartérní pokryv mají kolem $1\ 600\ \text{kg/m}^3$.

Svrchnoproterozoické horniny (zejména droby) představují ve zdravém stavu únosnou, suchou a stabilní základovou půdu, jen velmi obtížně těžitelnou. Drcené kamenivo z těchto hornin lze použít i pro stavební účely. Často jsou ale na plošinách fosilně zvětralé (v zájmovém území dosahuje zvětrání hloubek 2 - 4 m). Tyto zeminy vzniklé fosilním zvětráním mají charakter převážně jílovité a písčité hlíny s pevnou až tuhou konzistencí. Jsou smrštitelné, bobtnavé a až vysoce namrzavé. Pro zakládání jsou podmíněčně vhodné a často je potřeba objekt zakládat hlubinně až na pevnou horninu v podloží (www.monet.cz).

Jako buližníky se označují silicity šedé až černé barvy proterozoického stáří. Jedná se tedy o lokální název určité horniny - konkrétně silicitu. Silicit je sedimentární hornina složená převážně z oxidu křemičitého ve formě křemene - chalcedonu případně opálu. Silicity nevznikají usazováním pevných částic jako jiné usazené horniny, ale jsou chemogenní nebo biogenní (www.gweb.cz). Silicity byly ověřeny geofyzikálním průzkumem. Většinou jsou to masivní těžce rozpojitelné horniny, při povrchu silně rozpuštěné, porušené a slabě navětralé. U nich se musí počítat se III. třídou těžitelnosti a tím i většími náklady na rozpojování. Jako základová půda jsou velmi úrodné.

Křídové jílovce poskytují podmíněně vhodnou základovou půdu. Vložky pískovců přivádějí do souvrství podzemní vodu, která způsobuje zvětrávání jílovců na jíly tuhé až měkké konzistence. Ty jsou pak rozbídné a objemově nestálé. Tvoří tak málo úrodnou, stlačitelnou a objemově nestálou základovou půdu.

Z hlediska zakládání poskytují zdravé opuky velmi vhodnou, značně úrodnou a dobře rozpojitelnou základovou půdu. Při plošném zakládání jsou vhodné pro stavby založené v jedné úrovni, protože zvětrávají stejnoměrně a technické vlastnosti zvětralé a navětralé zóny se značně s hloubkou mění (www.monet.cz). Zvětralé opuky jsou homogenní, ulehlé a vhodné pro zakládání méně náročných pozemních objektů. Zcela zvětralé mají pevnou až tuhou konzistenci, jsou rozbídné a namrzavé.

Křídové slínovce jsou většinou rozloženy na slíny, až charakteru jemně písčitého bělošedého jílu, místy s úlomky navětralých slínovců do 2 cm. Svrchní partie, které by mohly být zasaženy stavební činností, mají charakter vápnitých jílovců. Přítomnost úlomků v těchto horninách spíše zlepšuje jejich geotechnické vlastnosti.

Terasové štěrkopísky a písky zastižené ve vrtu J-4 dosahují celkově mocnosti až 3,5 m a v jejich podloží jsou vytříbené hrubozrnné písky. Obě polohy jsou silně zahliněné. Představují velmi vhodnou základovou půdu, většinou homogenní, dostatečně úrodné, málo stlačitelné. Jsou dobře rozpojitelné, mají třídu těžitelnosti I. Jsou vhodné jako zásypový a konstrukční materiál. Problém tu představuje podzemní voda. Vrstva je téměř v celé mocnosti většinou zvodnělá.

Geotechnicky spraše a sprašové hlíny jsou stejné typy zemin. Jejich odlišnost je pouze genetická. Spraše jsou v původní pozici a sprašové hlíny jsou deluviálně přemístěné spraše. Na bázi bývá příměs úlomků hornin, hlavně buližníků, která spíše zlepšuje jejich geotechnické vlastnosti a v případě použití do izolačních vrstev nemá vliv na míru

propustnosti těchto hutněných materiálů. Jako základová půda jsou málo vhodné. Jsou nedostatečně ulehlé a značně stlačitelné, rozbídné a namrzavé. Jejich třída těžitelnosti je ve smyslu ČSN 73 6133 I. Výsledky laboratorních zkoušek prokázaly charakteristickou vlastnost sprašových materiálů tzv. prosedavost. Ta se projevuje u přetížení na úrovni 300 - 400 kPa. Proto je vhodné nepřekročit hranici přetížení 300 kPa. To by mohlo mít za následek porušení izolací skládky při nerovnoměrném zatížení skládkovacího prostoru. Při zakládání objektů je také vhodné nepřekročit doporučenou hodnotu přetížení. Uvedená prosedavost spraší může být iniciována i jejich zvlhčením např. vydatnějšími srážkami. Proto je důležité pokud možno ihned po odkrytí základové spáry provést vlastní stavbu za minimálního porušení zemin.

Deluviální uloženiny jsou většinou jen málo mocné a nehomogenní, ulehlé a nebývají zvodněné. Jsou poměrně únosné, namrzavé a rozbídné. V celé ploše stavebního objektu neposkytují stejnorodou základovou půdu. Zpravidla mají tuhou až pevnou konzistenci.

Deluviofluviální sedimenty jsou nedokonale vytříděné a jsou litologicky podobné či shodné se sedimenty okolních deluvií. Tvoří je písčité až jílovité hlíny měkké až tuhé konzistence s příměsí úlomků okolních hornin. Mohou místy obsahovat vložky organických zemin. Tyto sedimenty jsou jen podmíněně vhodné až nevhodné pro zakládání. Jsou nehomogenní a značně stlačitelné, málo únosné, objemově nestálé a namrzavé. Mělká hladina vody v nich kolísá v závislosti na srážkách.

Holocénní fluviální, převážně písčitohlinité sedimenty poskytují nevhodnou základovou půdu, protože jsou nehomogenní, velmi málo únosné, silně a nepravidelně stlačitelné a objemově nestálé. Hladina podzemní vody se v nich nachází jen mělce pod povrchem. Umělým zvyšováním terénu v nivě leží tyto sedimenty hluboko pod navážkami (železniční stanice Úholičky apod.).

Ornice – jedná se o silně humózní sprašovou hlínu černohnědé barvy. Její mocnost se v celém zájmovém území pohybuje okolo 0,4 m. Před jakoukoliv vlastní výstavbou je nutné skrýt humózní vrstvu ornice, vzhledem k nutnosti dalšího zemědělského využití ve smyslu zákona na ochranu zemědělských půd (předpis č. 334/1992 Sb. Zákon České národní rady o ochraně zemědělského půdního fondu). Skrytá zemina musí být chráněna před znehodnocením a použita buď pro potřeby ohumusování, nebo předána k dalšímu zemědělskému využití. I podložní sprašová hlína a výkopkové přebytky lze nabídnout k zúrodnění.

Deponie D1 je tvořena poměrně homogenním materiálem – světle hnědou hlínou prachovitou, proměnlivě jílovitou, vápnitou, konzistence převážně tuhé. Druhým typem jsou světle hnědé jíly svahové, plastické, většinou pevné konzistence. Převládají hlíny prachovité, jíly jsou přimísены v nepravidelných vrstvách. Připovrchová část deponie do hloubky 0,5 m podléhá vlivům klimatu – promrzá, je sycena srážkovou vodou, takže její konzistence klesá až na měkce tuhou. Vodou je nasycena i zemina v patě celé deponie, která je kyprá a umožňuje vsak srážkové vody, stékající z vyšších částí svahu. Tím je tedy její přirozená vlhkost vyšší.

Na deponii D2 byly ukládány především zeminy soudržné, světle hnědé jíly plastické a prachovité, konzistence tuhé až pevné. Často jsou i přimísena bělošedá písčitojílovitá eluvia křídových hornin, kameny a balvany pískovce. Sondou K4 byly zjištěny i zbytky hadrů. Povrchová vrstva je do hloubky 30 - 40 cm silně prokořeněná. Povrch deponie není urovnaný.

Jako základová půda jsou navážky nevhodné. Jsou málo únosné, silně a nepravidelně stlačitelné. Toto je způsobeno jejich nestejnorodostí a neulehlostí. Navážky antropogenního odpadu obsahují i organické zbytky a jsou zcela neúnosné a často i toxické. To představuje problém vzhledem k propustnosti tohoto materiálu, čímž by mohlo dojít k znečištění okolního prostředí. Většinou je potřeba zakládat stavby v podloží navážek na plošné základy nebo pomocí hlubinného zakládání. Tyto lokality představují značně zvýšený finanční vklad do inženýrskogeologického průzkumu a později do způsobu zakládání.

3.5 Hydrogeologické vlastnosti

Území náleží hydrogeologickému rajónu 6250 proterozoikum a paleozoikum v povodí přítoků Vltavy. Území je odvodňováno levostranným přítokem Podmoráňského potoka, ten ústí do Vltavy. Podzemní voda nebyla mělkou sondáží zastižena a je zdokumentována archivním vrtem M1 v hloubce 12,75 m. Jednotlivé stratigrafické celky z hlediska možnosti zvodnění jsou:

- Proterozoické břidlice a droby – tyto horniny postrádají průlinovou propustnost, voda je v nich vázána převážně na zónu připovrchového rozpojení puklin. Poněkud propustnější jsou jen droby, kde je zvodnění vázáno na výraznější pukliny. Proto z hlediska vedení a akumulace podzemní vody je významná pouze část horninového masivu, která je porušena puklinami. Puklinová propustnost závisí na míře rozevření

puklin a jejich výplni. Hodnoty k_f jsou v řádu 10^{-7} m.s^{-1} , což odpovídá slabě propustným horninám.

- Křídové sedimenty – zastoupen jemnozrnnými až středně zrnitými pískovci a písčítými jílovci s kombinovanou propustností průlinovo-puklinovou. Mocnost křídových sedimentů se pohybuje okolo 30 - 40 m a generelně stoupá k SV. Sedimenty nejsou vhodným zdrojem podzemní vody vzhledem k litologickému složení. Koeficienty filtrace bývají kolem 10^{-7} m.s^{-1} .
- Kvarterní sedimenty – z nich jsou na lokalitě zastoupeny soudržné eolicko-deluviální zeminy – spraše a sprašové hlíny, které považujeme za velmi málo propustné s hodnotou k_f v rozmezí $10^{-8} - 10^{-9} \text{ m.s}^{-1}$, čímž se řadí k zeminám velmi slabě až nepatrně propustným. Hladina podzemní vody v těchto soudržných zeminách nebyla zjištěna. Propustnost štěrků, které se vyskytují v izolovaných čočkách, zavřených ve sprašových zeminách, je stanovena pouze orientačně dle zrnitostního rozboru jako $k_f = 5,7 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$.

Hladina podzemní vody je nejbližší terénu na J a JV straně stávající skládky. Směr proudění podzemní vody odpovídá sklonu předkvartérních vrstev, tj. směr proudění od SZ k JV (tedy k údolí přítoku Podmoránského potoka). Jedná se o předkvartérní zvědeň, kde je proudění ovlivněno puklinatostí horniny.

Rozkvy hladiny při porovnání stavu při vybudování hydrovrtů je 1,33 m nad skládkou a pouze malá hodnota 0,34 m pod skládkou (Souček, 2011). Území nad skládkou je blízko rozvodnice, je tedy více závislé na srážkách.

Ve vztahu s výstavbou skládkového tělesa lze HG poměry širšího území označit vcelku jako příznivé. Režim odtoku podzemních a povrchových vod nebyl stavbou skládky příliš narušen. Záchytný drenážní systém je dimenzován zejména s ohledem na intenzitu přívalových dešťů. Významnější vliv může mít skládka na kvalitu podzemních vod. Díky nízké rychlosti proudění podzemní vody v horninovém prostředí je umožněno situovat indikační systém pozorovacích sond tak, aby zachytil případný únik nežádoucích látek do podzemí.

3.6 Těžba a zdroje přírodních stavebních materiálů

Těžba surovin se omezuje pouze na stavební suroviny a kamenivo. Svědčí o tom velké množství opuštěných hlinišť, lomů a pískoven. Spraše a sprašové hlíny zpracovává cihelna v Letkách. Zásoby kvalitních cihlářských surovin se nacházejí v okolí Roztok a Úholiček a na pravém břehu Vltavy v Líbeznicích. Tato ložiska se však nacházejí na pozemcích s vysokou bonitou zemědělské půdy, což tu způsobuje střet zájmů.

Štěrkopísky, které se tu využívají jako stabilizační zeminy, se těží u Chýnova a Libčic nad Vltavou (severně od Úholiček) pro místní potřebu. Toto má také mimo jiné negativní dopad na životní prostředí (prašnost, hluk, zvýšené emise SO₂). Nepříznivá je i kumulace dopravy do hlavních tahů Suchdol-Tursko a na levém břehu je vedena železnice. Dále byl často užívaný silicit pro stavební účely. Je pevný, ale křehký a obtížně zvětrává. Byl dobýván jižně od Úholiček, jihozápadně od Roztok a východně a jihovýchodně od Turska. K výrobě drceného kameniva se také těží ve velkém lomu u Klecan metamorfované droby s žilami porfyritů. Toto ložisko má zásoby kvalitní suroviny, ale nepříznivé skrývkové poměry a problém s okolní zástavbou. V blízkosti Přední Kopaniny je dosud činný lom na opuku, která se používá především k opravě památek.

Z rud stojí za zmínku v proterozoických silicitech u Velkých Přílep mineralogický výskyt malachitu.

4 Geotechnické poměry

4.1 Zkoušky na vzorcích

Firmy Pöyry Environment a.s. Brno a laboratoř GEOtest a.s provedly na začátku roku 2011 odběry vzorků a následně je pak v laboratořích podrobily několika zkouškám na zeminách. Vzhledem k tomu, že to jsou zcela aktuální výsledky, považovala jsem za zbytečné, provést zkoušky sama, protože výsledky by se jen těžko mohly od těchto převzatých lišit. Tím pádem hodnoty a údaje, viz dále, jsem převzala ze zprávy Geotechnický průzkum- Skládka Úholičky IV. etapa (Souček, 2011).

Geotechnický průzkum byl realizován v rozsahu 35 vrtaných a 13 kopaných sond postihujících více méně pravidelně zájmové území. Úložné poměry lokality jsou posouzeny z výsledků průzkumných vrtů a provedených laboratorních rozborů zemin. Dále bylo využito 6 archivních průzkumných či monitorovacích sond. Zatřídění zemin proběhlo dle ČSN 73 6133.

Při vrtném průzkumu se odebíraly vzorky hlavně spraší a sprašových hlín, na které byl při průzkumu kladen hlavní důraz. Na porušených vzorcích byl proveden základní klasifikační rozbor indexových charakteristik. Na neporušených vzorcích zemin byly dále provedeny krabicové smykové zkoušky a stanovení efektivních parametrů smykové pevnosti na třech vzorcích a zkoušky stlačitelnosti. Na vybraných neporušených vzorcích zemin byly provedeny zkoušky stanovení koeficientu propustnosti v triaxiální tlakové komoře, kdy zkouška probíhala za konstantního hydraulického spádu $i=30$. Na technologických vzorcích byly provedeny zkoušky zhutnitelnosti Proctor-Standard (PCS). Poté byly vzorky zhutněny na 95 % PCS a na nich byly stanoveny efektivní smykové parametry a koeficienty propustnosti.

Z hlediska propustnosti, která je charakterizována koeficientem filtrace, jež vyjadřuje míru propustnosti pórovitého prostředí pro vodu, rozeznáváme pět skupin zemin: velmi propustné, propustné, málo propustné, nepropustné a velmi nepropustné. Podle ČSN 83 8030 se koeficient filtrace stanovuje u vzorku zhutněného metodikou Proctorovy zkoušky do ulehlosti předepsané pro těsnicí vrstvu a to při hydraulickém gradientu $i=30$. Pro těsnění skládek je důležité, aby tento koeficient filtrace byl menší než 10^{-9} m.s^{-1} . Pro těsnicí vrstvy při uzavírání skládek však stačí $k \leq 1 \cdot 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$ (ČSN 83 8032). Stanovení koeficientu filtrace v poli se dosáhne nejspolehlivěji čerpacími zkouškami nebo zkouškami nálevovými, stoupacími či vodními tlakovými nebo vsakovací zkouškou. V laboratoři se používá propustoměr nebo tlaková komora. Zcela nespolehlivé je u jemnozrnných zemin určení propustnosti z křivky zrnitosti (Pašek a Škopek, 1993).

Na čerstvém vrtném jádru byly provedeny polní penetrační zkoušky ručním penetrometrem, kdy se zjišťovala penetrační pevnost v prostém tlaku, ze které se odvozuje hodnota totální soudržnosti a modulu přetvárnosti a oedometrického modulu přetvárnosti ve spraších a rozložených křídových slínovcích.

4.2 Laboratorní výsledky

Horniny barrandienského proterozoika nebyly vrtnými pracemi zastiženy a ani se nepředpokládá jejich výskyt v dosahu zemních prací. Povrch proterozoika byl zastižen pouze archivním monitorovacím vrtem M1 v hloubce 19,2 m.

Zmínit je jen potřeba silicit, který vytváří izolované skalní útvary na bázi kvartérního pokryvu. Zvětralý silicit lze zařadit do třídy R3 a R4, dle ČSN 73 6133 je to třída II. až III.

Slínovce jsou v připovrchové vrstvě silně zvětralé, geotechnicky mají charakter světle zelenavě hnědého jílu, středně plastického s úlomky vyšší pevnosti, pevný až tvrdý. Zvětrání dosahuje až do 2 m. Eluvia náleží třídě R5, v závislosti na objemu úlomkovité frakce odpovídají soudržným zeminám tříd F6 a F2. Jsou velmi málo propustné s $k_f < 3 \cdot 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$. Laboratorně byly stanoveny některé vlastnosti (Tab. 1 v příloze č. 1 str. 65). Směrné normové hodnoty slínovce jsou uvedeny v Tab. 2 v příloze č. 1 na str. 65. Na křivce zrnitosti se podílí cca 14 % zrn jílu, cca 39 – 81 % zrn prachu a cca 5 – 22 % zrn písku a cca 0 – 25 % úlomků frakce štěrk.

Eolické sedimenty jsou zastoupeny přeplavenými světle hnědými sprašemi a sprašovými hlínami proměnlivě vápnitými, nejčastěji tuhými až pevnými, které jsou proměnlivě písčité (níže v souvrství) a mohou obsahovat i ojedinělé křemenné valouny do 3 cm. Propustnost kvartérních sprašových hlín se pohybuje v rozmezí hodnot $k_f = 1 \cdot 10^{-9} - 7,9 \cdot 10^{-10} \text{ m.s}^{-1}$. Koeficienty propustnosti na vzorcích spraší zhutněných na 95% Proctor standard vykazaly hodnoty $3,4 \cdot 10^{-9} - 6,4 \cdot 10^{-10} \text{ m.s}^{-1}$. Pokud budou tedy sprašové hlíny hutněny na 95 % PCS, je možné tyto materiály použít jako těsnicí vrstvu. Porovnání výsledků laboratorních zkoušek, které se provedly aktuálně a z archivních záznamů jsou v Tab. 3 v příloze č. 1. na str. 66 a směrné normové charakteristiky spraše a sprašové hlíny ukazuje Tab. 4 v příloze č. 1 na str. 67. Na křivce zrnitosti se podílí cca 26 – 34 % zrn jílu, cca 44 – 69 % zrn prach a cca 3 – 11 % zrn písek a 0 – 19 % zrn štěrku.

Štěrkky se vyskytují v neprůběžných mezivrstvách zavřených ve spraších a sprašových hlínách. Valouny jsou frakce střední až kamenité, výplň mezer tvoří středně plastická písčitá hlína až jíl. V závislosti na stupni objemu jemnozrnné výplně náleží třídě F1-MG hlína štěrkovitá (objem valounů dle laboratorních zkoušek se pohybuje v rozmezí 27 – 41 %) a G5-GC štěrk jílovitý. Výplň je tuhé až pevné konzistence, zajílované štěrky jsou pak středně ulehlé až ulehlé. Směrné normové charakteristiky štěrků jsou v Tab. 5 v příloze č. 1 na str. 68.

Jejich koeficient propustnosti stanovený odvozením z křivek zrnitosti je větší než $2 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
Laboratorně zjištěné hodnoty:

- Přírozená vlhkost $w_n = 10,9 - 13,6 \%$
- Na křivce zrnitosti plastických jílu se podílí cca 17 – 21 % zrn jílu, cca 19 – 31 % zrn prachu, cca 21 – 25 % zrn písku a 27 – 41 % štěrku (Souček, 2011).

Recentní antropogenní sedimenty jsou v území zastoupeny konstrukčními vrstvami zpevněných odstavných ploch přebytečnými zeminami z předchozích etap výstavby. Konstrukční vrstvy zpevněných ploch jsou tvořeny především slabě zahliněným makadamem s ojedinělými úlomky stavebnin - cihel. V jeho podloží byly neprůběžně zastiženy soudržné středně plastické jíly proměnlivě písčité až písčité s příměsí úlomků stavebnin a kamene. Tento obsah úlomkovité frakce v zemině nepravidelně kolísá. Zrnitostně navážky odpovídají geotechnicky písčitému jílu s úlomky až suťovým zeminám. V Tab. 6 v příloze č. 1 na str. 69. jsou zhodnoceny antropogenní navážky v závislosti na obsahu klastické frakce s geotechnickými vlastnostmi, které mají pouze orientační charakter.

Z předchozí výstavby skládky je deponovaný materiál dvojího typu. Na jižní části deponie (D1) jsou uloženy světle hnědé hlíny prachovité, proměnlivě jílovité, vápnité, převážně tuhé konzistence, které jsou v menší míře doplněny plastičtějšími svahovými jíly, většinou pevné konzistence. Dle ČSN 73 6133 se řadí F6-CI - jíl se střední plasticitou. V Tab. 7 v příloze č. 1 na str. 70 jsou laboratorně zjištěné vlastnosti tohoto materiálu.

Druhým typem zemin (D2-severní část deponie) jsou převážně zeminy jemnozrné - prachovité hlíny a jíly obdobné předchozímu typu, ve kterých jsou přimísены světle šedé jíly prachovité s hojnou příměsí štěrku a písku, dále pak i kamenité až balvanité úlomky pískovce. Není vyloučena ani menší příměs odpadu (v K4-hadry). V Tab. 8 v příloze č. 1 na str. 70 jsou uvedeny vlastnosti zeminy Deponie 2.

Světle hnědé prachovité hlíny a jíly mají obdobné geotechnické vlastnosti, jaké byly popsány v předchozích odstavcích. Jedná se o zeminy třídy F6-CI. Světle šedé jíly prachovité jsou podobné předešlým, odlišností je pak výrazná příměs nesoudržné frakce - tzn. písku a štěrku cca 35 %.

4.3 Vhodnost zemin pro těsnící vrstvy skládky

Z výše popsaných geologických poměrů je zřejmé, že sprašové hlíny, které se budou v rozhodujícím objemu nacházet v podloží budoucí 4. etapy skládky, jsou vhodnou základovou půdou. Jsou použitelné i k vybudování minerální těsnící vrstvy. Nesouvislé čocky štěrku hlinitých nepředstavují při zakládání problém.

Minerální těsnění skládky je uvažováno ze sprašových zemin, které budou skryty při terénních úpravách, popř. z deponie při vjezdu do stávajícího areálu. Jedná se o materiály vhodné, poměrně snadno zpracovatelné. Při budování minerálního těsnění skládky je však nutno pečlivě dodržovat technologii hutnění - zejména dodržovat vlhkost hutněné zeminy, která je doporučována o 3 – 5 % vyšší než w_{opt} – dle zkušeností z výstavby předchozích etap skládky se tak dosáhne nižší propustnosti (Souček, 2011), ačkoli tomu ve skutečnosti bývá naopak. Optimální vlhkost, stanovená na směsném vzorku, při níž se dosáhne největšího zhutnění, byla stanovena na 16,5 % - pro zeminy vytěžené v místě rozšíření. Přírozené vlhkosti sprašových zemin se v prostoru výstavby pohybují mezi 20,7 - 25,2 % (v hloubce pod 1,5 – 3 m), což je 4,2 - 8,7 % vyšší hodnota než vlhkost optimální.

Vzhledem k charakteru sprašových hlín je nutno dbát jejich optimální vlhkosti. To platí především pro teplé počasí, kdy dochází rychle k prosychání zeminy, u které se pak po zhutnění nedosáhne požadované nepropustnosti. To by mělo být náplní při kontrole provádění prací (Souček, 2011).

Hodnoty propustnosti zemin deponií splňují požadavky na nepropustnost minerálního těsnění i pod skládkou. Přírozená vlhkost jemnozrnných zemin třídy F6-CI odpovídá vlhkosti optimální, jíly štěrkovité třídy F2-CG jsou o 3 % vlhčí, což je vyhovující. V případě využití zemin pro účely těsnící je nutno zajistit jak při těžbě, tak i při ukládání zeminy na stavenišťe odstraňování úlomků pískovce frakce kamenité až balvanité a případných odpadů, přimísených do zeminy. Nepoužitelná bude připovrchová prokořeněná část deponie o mocnosti 0,5 m. Odhadem lze stanovit podíl zemin, nevhodných pro těsnící účely na 30-40% z celkového objemu deponie D2. Využitelný objem je tedy 18-21 000 m³. Zemina řadící se k třídě F6-CI – jíla se střední plasticitou je podle zrnitostního složení i konzistenčních mezí použitelná pro vybudování minerálního těsnění 4. etapy skládky. Celkový objem deponie je 130 000 m³. Pro minerální těsnění lze použít objem 110 000 m³ při dodržení správné manipulace a technologických postupů.

4.4 Chemická analýza odebraných vzorků vody

Odebraná voda pro chemický rozbor se nacházela v křídové vrstvě nacházející se pod vrstvou štěrků. Voda z vrtu M-1 byla bez sedimentu bezbarvá a slabě zakalená. Hodnota pH je ve velmi slabě alkalické oblasti. Jde o vodu s velmi vysokou mineralizací a velmi tvrdou dle obsahu vápníku a hořčíku. Dusičnany a chloridy jsou ve velmi vysoké koncentraci, což naznačuje ovlivnění složení vody antropogenní činností (vrt se nachází na zemědělsky využívaném pozemku).

Dle kritérií ČSN EN 206-1 je pro klasifikaci chemického působení podzemní vody z vrtu M-1 na betonové konstrukce rozhodující nalezený obsah síranů, který je hodnocen stupněm XA1 – slabě agresivní chemické prostředí. Podle kritérií ČSN 03 8375 je pro klasifikaci chemického působení podzemní vody z vrtu M-1 na ocel rozhodující nalezená hodnota vodivosti, která je hodnocena stupněm IV – velmi vysoká a koncentrace SO_3+Cl , která je také hodnocena stupněm IV. Tyto údaje jsou důležité pro požadavky na použitou izolaci.

5 Riziková analýza skládkového tělesa

5.1. Skládkování a odpad

Od roku 1970 docházelo k významným objevům v geotechnice, vznikl nový obor - geosyntetika a vzrůstal zájem o životní prostředí. To vše umožnilo přechod od prostého odhazování k nezabezpečeným skládkám a nakonec ke konstrukcím moderních těsněných skládek. V Brazílii byla první zabezpečená moderní skládka konstruována v roce 1985 současně s konstrukcí první skládky v Číně. Řízená skládka je ve smyslu stavebního zákona č. 183/2006 Sb. stavbou. Poslední zkoušky odhalily aspekty týkající se návrhu, konstrukce a provozu, které jsou zodpovědné za závady skládky. Jedná se především o těsnění a recirkulaci výluhu, která používá bioreakční technologii. Recirkulační výluhový systém znovu zavede výluh do skládky, kde se spojí s pH neutrální vrstvou, což může urychlit rozklad odpadu. Přitom se zvyšuje množství tekutiny bez odpadu. Hlavní výhodou tohoto systému je výluhové hospodaření, produkce metanu a zvýšení rychlosti biodegradčních procesů (De Brito Galvão, 2008).

U skládek TKO se navíc musí předpokládat, že půdu nad uzavřenou skládkou bude možné v budoucnu využít pro rekultivaci (lesy, lesoparky, rekreační rekultivace,...), a proto nesmí dojít k úniku škodlivin. K tomu účelu se konstruuje na každé skládce vhodné těsnění celého tělesa skládky.

Technologický postup celého tělesa a skládkování respektuje zásady ochrany životního prostředí a je v souladu se schválenou projektovou dokumentací a provozním řádem skládky (ČSN 83 8030), tzn., že ukládání odpadů na skládky musí být provedeno tak, aby nemohlo dojít k jejich nežádoucímu úniku, ani k narušení stability, těsnosti a konstrukce skládky. Základními obecnými požadavky na skládky je vhodná lokalizace, od které se odvíjí například existence příjezdové cesty ke skládce, či vybudování kolejí, nízká cena pozemku či umístění v „blízkosti“ společnosti. Vylučujícími kritérii jsou také územní limity spojené s různými pásmy ochrany. Skládka by také měla zabrat co nejmenší možné území, co nejvíce zhutňovat, aby se snížil její objem, jednotlivé vrstvy odpadů by se denně měly uzavírat zeminou,... apod. Dále se také musí pravidelně utěšňovat aktuální aktivní plochy skládky. Každá nově navezená vrstva se musí zhutnit a zatěsnit proti odlétnutí smetí a prachu, úniku plynů a dalšího. To může být provedeno nástřikem pěnového materiálu nebo dřevěnými odštěpkami.

Skládky se rozlišují podle způsobu technického zabezpečení a provozování do tří skupin dle vyhlášky Ministerstva životního prostředí č. 383/2001 Sb. Nás zajímá skupina S-ostatní odpad (S-OO), která je určena pro odpady kategorie ostatní odpad, jejichž vodný výluh nepřekračuje v žádném z ukazatelů limitní hodnoty třídy vyluhovatelnosti III, pro upravené odpady kategorie ostatní odpad, jejichž přijatelnost na jednotlivé skupiny skládek nelze hodnotit na základě jejich vodného výluhu (např. komunální odpad a směsný stavební a demoliční odpad) a pro nebezpečné odpady upravené stabilizací, jejichž vodný výluh nepřekročí limitní hodnoty třídy vyluhovatelnosti III, nebo umístěné v uzavřených kontejnerech nebo nádobách. Tyto skládky musí mít dvě bariéry – geologickou a technickou (ČSN 83 8030).

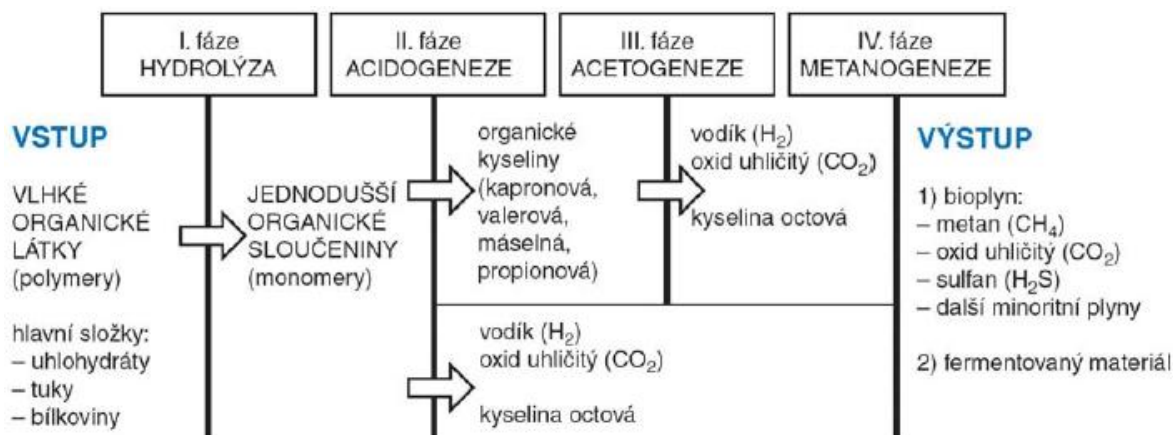
S tím souvisí termín komunální odpad. Je to veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob, a který je uveden jako komunální odpad v Katalogu odpadů. Tuhý komunální odpad (TKO) patří podle katalogu odpadů do skupiny 20 ostatního odpadu - odpady z domácností a podobné živnostenské, průmyslové odpady a odpady z úřadů včetně složek z odděleného sběru. Jedná se například o papír, sklo, odpady z čištění komínů, zemina a kameny, směsný komunální odpad, odpady z čištění kanalizace či objemný odpad. V Tab.

9 v příloze č. 1 na str. 71 je přehled množství uloženého odpadu za určitá období. Převážná část ze spotřebního (komunálního odpadu) lze využít jako druhotné suroviny.

Co se týče složení tuhého komunálního odpadu, jak už bylo zmíněno v předchozích kapitolách, jde o materiál, který vykazuje výrazné znaky nehomogenity a anizotropie, které jsou navíc časově variabilní působením postupujících oxidačně redukčních reakcí. Díky této různorodosti odpadu dochází k vytváření nestejných množství plynu uvolňovaného rozkladem materiálů organického původu. Množství biogenní hmoty v materiálu se mění, různé substráty produkují skládkový plyn v různém množství a po různou dobu.

Rozklad biologicky rozložitelných komunálních odpadů (BRKO) probíhá po dlouhou dobu, a to značně přispívá k celkovému sedání skládkového tělesa. Při předpovědi dlouhodobého sedání je však třeba rozlišovat mezi mladými a starými skládkami TKO. To proto, že „čerstvé skládky“ obsahují poměrně značné množství biologicky rozložitelných složek ve srovnání se staršími. Proto stárí výplně skládky TKO je kritickým faktorem pro hodnocení dlouhodobého sedání (Park et al., 2007).

Obecně jsou biodegradační procesy zpravidla popisovány ve čtyřech fázích, jak ukazuje Obr. 7, v nichž se složitá organická hmota činností organismů postupně rozkládá v rámci hydrolýzy, acidogeneze, acetogeneze a metanogeneze. Důsledkem tohoto stavu je skutečnost, že v případě stabilitní analýzy nemůžeme postupovat tradičními přímými geotechnickými postupy, založenými na odběru vzorků z vrhu, přípravě a testování vzorků v laboratoři, interpretaci charakteristik a následné kvantifikaci stabilitního chování pomocí matematických modelů, neboť prakticky nelze ze skládky odebrat tzv. reprezentativní vzorek.



Obr. 7 Schéma anaerobní digesce (Kára, 2007)

Hydraulické charakteristiky materiálu TKO nelze stanovit prostým výpočtem jako u zeminy. Je to dáno heterogenitou materiálu TKO, konkrétně rozdílnou zrnitostí. Velikost zrn materiálu je velmi různorodá. Nejmenší velikost má jílovitá frakce, největší zrna mohou klidně představovat vyřazené elektrospotřebiče nebo stroje (v extrémním případě). Některé materiály umožňují vysokou filtrační rychlost, jiné svým chováním připomínají jílovitou zeminu. Materiál TKO nelze také vypočítávat s předpokladem nasycenosti pórů. Některé součásti materiálu TKO (hlavně textil a papír) mají vysokou nasákavost a mohou hydraulické charakteristiky krátkodobě zvýšit (Capelo a DeCastro, 2007).

Propustnost materiálu TKO ovlivňuje hydraulická vodivost materiálu, teplota kapaliny a hustota kapaliny. Na hustotu kapaliny má vliv složení materiálu TKO a čas na vylouhování látek z materiálu TKO. Obecně platí, že s rostoucím časem roste hustota výluhu (Sedláček, 2011).

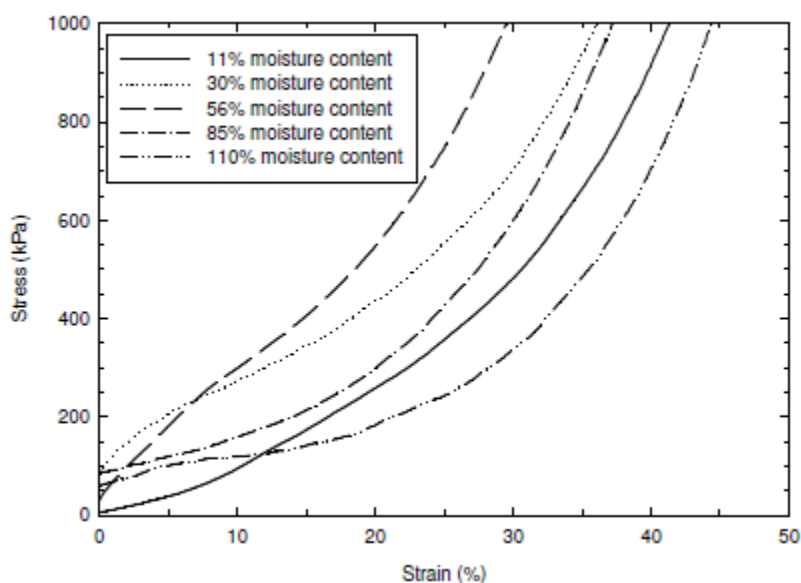
Al Thani et al (2003) uvádí trend klesání hydraulické vodivosti s rostoucí hloubkou. Tento trend odpovídá postupnému stlačování materiálu nadložními vrstvami a s tím zmenšující se velikosti pórů. Xie et al (2006) zmiňují snižování hydraulické vodivosti vrstvením odpadu a následné stlačení strojem. Tím dochází k anizotropnímu chování materiálu.

Zjištěná hydraulická vodivost má velký podíl na rychlosti konsolidace materiálu TKO, pokud neprobíhá biologický rozklad TKO. Rozsah sedání materiálu TKO ovlivňuje propustnost pouze, pokud neprobíhá rozklad organické komponenty. Je zřejmé, že na skládce uzavřené biologickým procesům probíhá sedání velmi pomalu. Obsah biologické složky je

zde velmi nízký. Větší rozdíly v parametrech jsou ve stejné vrstvě, než mezi jednotlivými vrstvami.

Za povšimnutí stojí rozdíly vzniklé rozkladem materiálu, kdy s postupem času roste úhel vnitřního tření. Rozsah hodnot roste od hodnot odpovídající jílu do vyšších hodnot než kyprý písek (Sedláček, 2011). Uvedená anizotropie má rozhodující vliv na stabilitu celé skládky TKO, protože pro stabilitu je kritickou vrstva s nejnižšími parametry smykové pevnosti. Tuto skutečnost nelze odstranit vnějším činitelem, lze ji pouze omezit stlačením. Míra heterogenity je dána různým složením TKO a rychlostí přírůstku vrstev TKO. S prodlužujícím intervalem přírůstku počtu jednotlivých vrstev materiálu roste heterogenita.

Obr. 8 ukazuje závislost přetvoření materiálu na rostoucím smykovém napětí. Lze zde pozorovat, že odpad s vyšší vlhkostí má vyšší pevnost než materiál s nízkou vlhkostí. Od určitého napětí však tento trend neplatí a pevnost se snižuje. Graf vylučuje vnější faktory, protože měření se provádělo v laboratoři na vybraných vzorcích o určitém složení materiálu. Pro různé úrovně vlhkosti se pouze měnily podíly jednotlivých složek (Wong, 2009).



Obr. 8 Závislost přetvoření na napětí při různých vlhkostech materiálu (Wong, 2009)

Výluh a plyny mají přímý efekt na stabilitu skládek, a to hlavně na kontrolní systém – těsnění a krytí. Zvýšená vodní hladina zvyšuje jednotkovou hmotnost odpadu, čímž se zvýší napětí na těsnění a podklad. Dodatečná tekutina by mohla mít za následek zmenšení efektivního napětí. Tudíž odpad s vyšším obsahem vody může redukovat pevnost ve smyku

tak, že zvýšená vodní hladina může zvednout těsnění z místa. Proto pravidelná kolísání hladiny musí být předem zjištěna a odhadnuta během návrhu skládky (De Brito Galvão, 2008).

Heterogenní složení odpadu představuje překážky při určování parametrů pevnosti odpadu a nedostatek znalostí o principech mechaniky má za následek značnou nejistotu ve výpočtech stability. Na základě analýzy podmínek ukládání jednotlivých druhů a množství odpadu, recirkulované skládkové vody a odčerpávaného skládkového plynu se určují hodnoty časových průběhů celkového a relativního sedání povrchu skládky. Problémem ale je mimo jiné nedostatek dat v množství čerpání skládkového plynu a samotného zastoupení jednotlivých plynů, které se mění v závislosti na druhu odpadu a podmínkách, v jakých se nacházejí.

5.2. Sedání skládky

Stabilita skládky je velmi komplexní veličina, a proto závisí na mnoha faktorech: složení odpadu, hydraulická vodivost, změna objemu, sedání, tlaky, napětí a pevnost. Analýza, návrh a konstrukce skládky ovlivňují stabilitu a jsou tak závislé na zhutnění a následné kontrole. Návrhové faktory ve spojení s výluhem a faktory ovlivňující stabilitu mají velký vliv na výběr krycího systému.

U návrhu skládky TKO se musí dodržovat zásady bezpečnosti, tedy funkční způsobilosti, a ekonomie stavby, jež musí být navrženy v optimálním poměru. Funkční způsobilost skládky úzce souvisí jak s chováním samotného tělesa skládky, souvisejícím s technickými vlastnostmi jednotlivých navržených vrstev skládkového tělesa, tak s výběrem lokality skládky, která je spojena s vlastnostmi jejího podloží, což zahrnuje únosnost, stabilitu, sedání a propustnost budovaného tělesa a jeho podloží. Poslední zmíněné je velice důležité, protože by tu mohlo existovat nemalé riziko kontaminace okolí. K předcházení výskytu výše uvedeného rizika je nezbytná realizace důsledného a systematického hydrogeologického a geotechnického monitoringu podloží skládky, aby se mohla v případě výskytu kontaminačního mraku urychleně realizovat účinná sanační opatření (Kudrna, 2013).

Dle zkušeností s výstavbou skládek představuje jejich generální sklon svahu po nasypání zhruba hodnoty 1 : 2 až 1 : 2,23, zatímco po proběhnutí prvních konsolidačních procesů dosahuje před zahájením rekultivačních prací generální sklon svahu skládky hodnoty

zhruba 1 : 2,5, tak po úplné konsolidaci lze předpokládat konečný sklon svahu hodnotu cca 1 : 2,7. Nelze vyloučit, že tento stav povede k lokálním koncentracím napětí, která mohou způsobit výraznější creepová přetvoření, jež prakticky není možno kvantifikovat. Tato přetvoření mohou zcela ojediněle vést k iniciálním projevům progresivního porušení svahu. Přestože bude toto chování indikováno monitoringem, může dojít v odlehlejších místech k lokálním koncentracím napjatosti a ke snížení smykové pevnosti zemin na hodnoty povrchové či při větších deformacích mohou klesnout až k hodnotě blížící se hodnotě reziduální.

Výskyt těchto jevů, vedoucích k výskytu eventuelního sesuvu či zemnímu proudy, může být reálný pouze v místech, kde byly uloženy různé druhy kalů, jež mají vyšší stupeň nasycení. Na druhou stranu různorodost uloženého materiálu a hlavně jeho “vláknitý charakter“ spočívající v provázanosti jednotlivých komponentů a vytváří zlepšení pevnostních a stabilitních charakteristik tělesa skládky. Skutečnost iniciace svahové deformace však nemůže závažněji zkomplikovat realizaci rekultivačních prací, neboť možnost jejího vzniku je, vzhledem k relativně mírným sklonům svahů skládkového tělesa, málo pravděpodobná.

V této problematice je úkolem vyhodnocení velikosti a průběhu sedání skládky na základě doposud geodeticky naměřených hodnot polohových změn (svislých deformací) na bodovém poli založeném na povrchu skládky. Velikost a průběh sednutí lze stanovit pouze empiricky na základě měření stanovených vzniklých deformací. Dle zkušeností ze zahraničí se celkové sednutí povrchu skládek komunálních odpadů obvykle pohybuje do 10 %, ojediněle až do 20 % mocnosti skládky. U nás je zatím monitorování skládek vlastně ještě na začátku, protože nemáme tak dlouhé časové řady pro měření sedání (Škopek, 2004).

Prognózu sednutí lze učinit jedině na základě dlouhodobého měření sedání skládky a porovnáním se sedáním podobných skládek. Povinnost měření sednutí je dána v normě ČSN 83 8036 Skládkování odpadů – Monitorování skládek, kde je uvedeno: Deformace tělesa skládky se měří během provozování nejméně jednou ročně. Četnost a způsob sledování deformací po uzavření skládky a v období následné péče o rekultivované území se stanoví vždy individuálně.

Přetvoření povrchu tělesa skládky závisí na řadě hlavních působících faktorů:

- druh skládkovaného odpadu
- množství a složení odpadu ve skládce, především biologicky rozložitelných odpadů
- stáří skládky

- použitá technologie zhutňování a s tím související hodnota objemové hmotnosti odpadu, čili stupně zhutnění (\emptyset 1-1,1 t/m³ – což odpovídá střednímu až vysokému stupni zhutňování)
- rychlost návozu odpadů
- celková doba skládkování odpadu
- množství recirkulované skládkové vody
- množství a složení skládkového plynu
- rychlost čerpání skládkového plynu
- podmínky pro optimální tvorbu skládkového plynu:

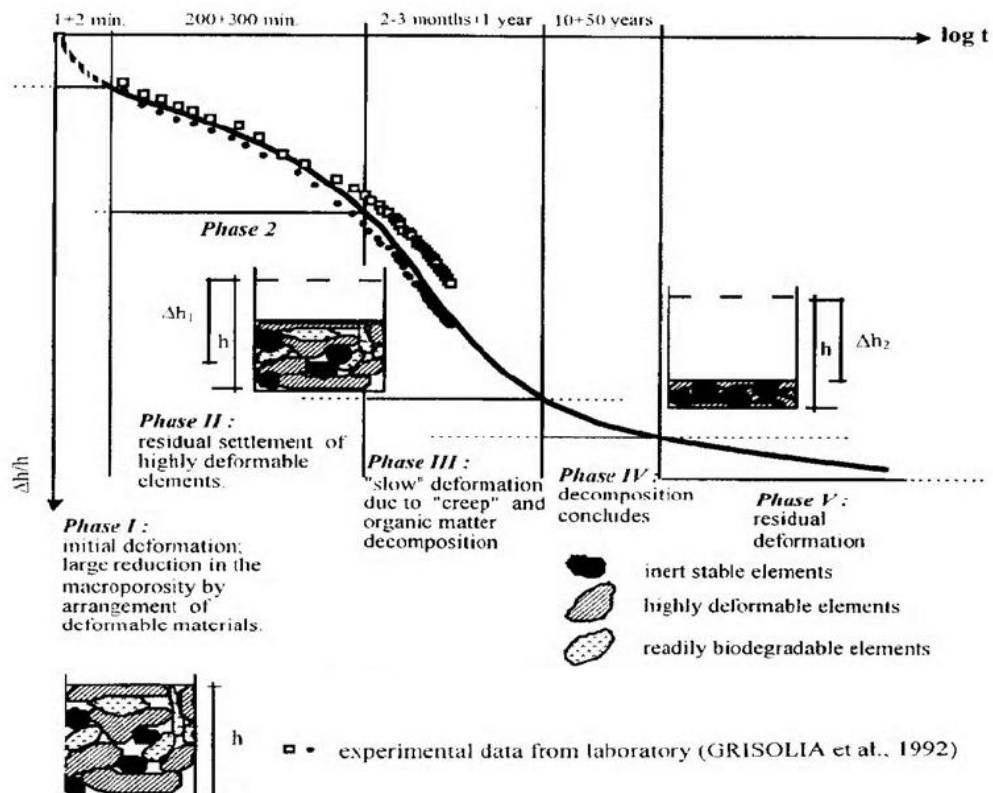
pH 6,5 – 8, vlhkost $w \geq 20 - 30 \%$, teplota 25 – 40°C (Wreford, 2000)

- stupeň rozvinutí rozkladných biochemických procesů
- objemový úbytek hmoty skládky vlivem anaerobního kvašení
- stlačitelnost podloží skládkového tělesa
- doba a způsob uzavření a rekultivace skládky
- výška referenčních bodů ode dna skládky
- doba monitorování indikačních bodů

Komunální odpad ukládaný do skládek se v průběhu času značně stlačuje a degraduje, což se projevuje sedáním skládek. Toto sedání dosahuje značných hodnot a ty je třeba vzít v úvahu pro stanovení úrovně, která může být výrazně vyšší než je úroveň projektovaná, a která se vztahuje k výšce skládky po její konsolidaci a stabilizaci. Projektant tudíž navrhne převýšení skládky o předpokládané sednutí tak, aby po konsolidaci skládka dosahovala projektované úrovně. Maximální výška skládky (výška rekultivace nade dnem) je projektována na 32,6 m. Při dlouhodobém procesu následné konsolidace po dobu následné péče (cca 25 - 30 let) se skládka stabilizuje a její povrch bude odpovídat úrovni uvedené v projektu.

Sedání skládky TKO je přičítáno následujícím dvěma mechanismům: za prvé okamžité mechanické stlačení, které je vytvořené v důsledku působícího zatížení vlastní hmotností odpadu v prvních měsících po dokončení skládky a za druhé stlačení vyvolané snížením objemu biologicky rozložitelných organických látek vzhledem k jejich biologickému rozkladu v průběhu několika let. Grisolia a Napoleoni (1995) navrhli křivku teoretické stlačitelnosti (na Obr. 9). Konečné vlastnosti TKO lze rozdělit do pěti fází: (I) počáteční fáze sedání je vyvolána vlastní tíhou skládky TKO a užitným zatížením, (II) fáze původní zbytkové sedání

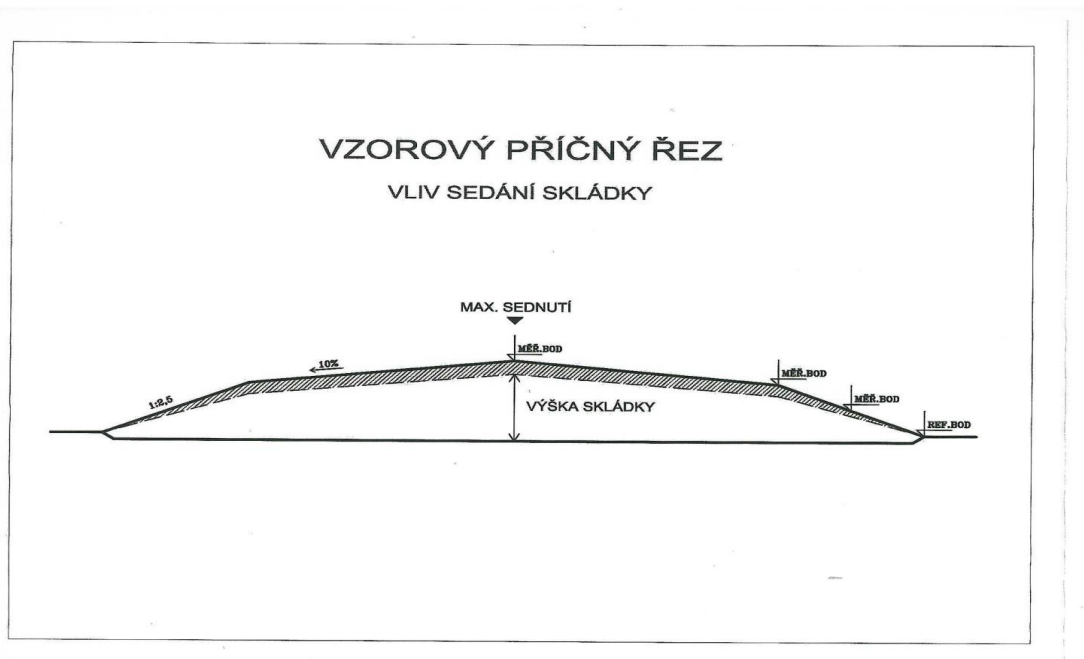
vytvořená kompresí vysoce stlačitelných pevných látek, (III) fáze sekundárních výsledků sedání od dotvarování nerozložitelných organických látek (UDOS) a rozložitelných organických pevných látek (DOS), stejně jako rozklad DOS, (IV) sekundární usazovací závěr fáze je místo, kde rozklad DOS se zpomaluje a nakonec je dokončen a (V) fáze posledního zbytkového vyrovnání pokračujícího v důsledku stlačení UDOS po dlouhou dobu Park et al., 2007).



Obr. 9 Teoretická křivka stlačitelnosti TKO (Grisolia a Napoleoni, 1995)

Geodetické měření se provádí na fixních indikačních bodech (plastové mezníky typu Harpon s kotevními prvky) na povrchu tělesa skládky, jak ukazuje Obr. 10. Obecně tedy platí, že maximální sedání odpadů ve skládce je pod její střední částí a směrem k okrajům se sedání zmenšuje. Sledování sedání neprobíhá pouze na povrchu tělesa, ale také se sleduje sedání podloží dané přitěžováním navezených odpadů. Tato deformace je ale zanedbatelná v porovnání sedání na povrchu skládky. Četnost a způsob sledování deformací po uzavření skládky a v období následné péče o rekultivovaný povrch jsou stanoveny vždy individuálně. Z těchto důvodů byl požadavek systematického provádění geotechnického monitoringu také

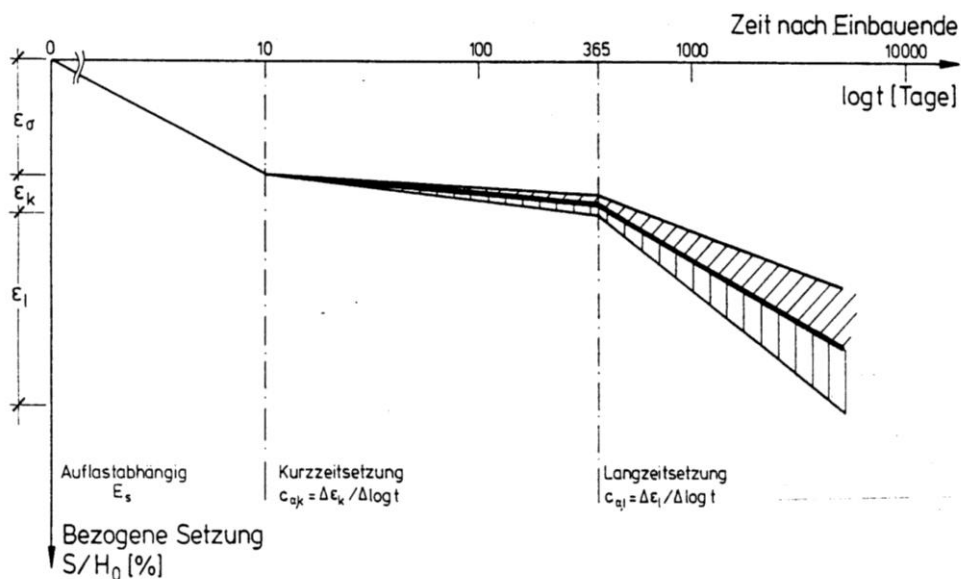
včleněn do provozních řádů skládek, aby bylo možné stanovit časový vývoj sednutí povrchu skládky a realizovat jeho případnou prognózu.



Obr. 10 Zobrazení závislosti sedání skládky na její výšce (Kudrna, 2013)

Sedání skládky probíhá ve třech po sobě navazujících fázích (jak ukazuje Obr. 11):

1. rychlá, iniciovaná vlastní tíhou skládky
2. střednědobá, způsobená krátkodobým sedáním
3. pomalá, charakterizovaná dlouhodobým sedáním

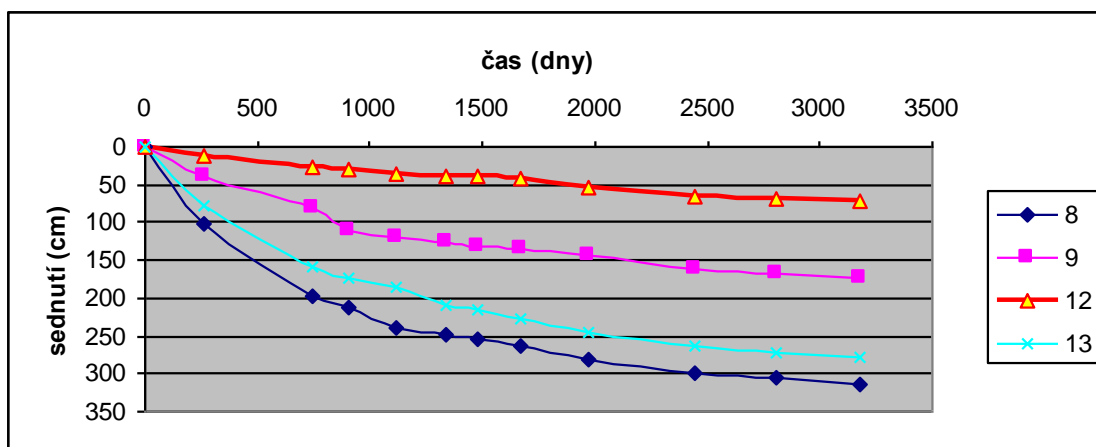


Obr. 11 Idealizovaný časový průběh sedání skládek TKO (König et al., 1996)

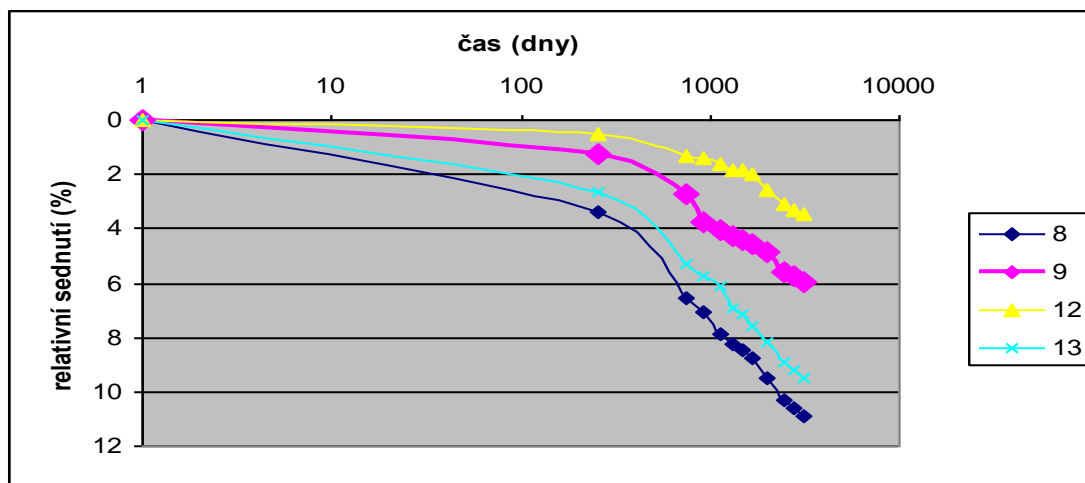
Zajímavé je statistické vyhodnocení sedání provedené na mnoha skládkách (Jessberger, 1995), které uvádí průměrné hodnoty součinitelů stlačitelnosti pro krátkodobé $C_{\alpha,k} = 0,03$ a dlouhodobého sednutí $C_{\alpha,l} = 0,102$, kdy časová hranice mezi krátkodobým a dlouhodobým sedáním $t_{2,k} = t_{1,l}$ činí 425 dní (výrazná změna sklonu v časovém průběhu sedání).

U skládky TKO v Úholičkách je třeba počítat s poměrně vysokým sedáním povrchu skládkového tělesa, které bylo v prostoru I. etapy výstavby skládky po jejich částečné rekultivaci v ploše 1, 2 a 3 od roku 2002, odkdy byl postupně zakládán systém indikačních bodů a provedeno počáteční (tzv. nulové) měření až do 21.6.2012 systematicky monitorováno. Z Grafu 2 lze interpretovat časový průběh absolutního sedání a z Grafu 3 je patrný časový průběh relativního sedání na skládce v Úholičkách.

V porovnání s dalšími velkými skládkami TKO v ČR se jeví hodnoty sedání na skládce Úholičky poměrně vysoké, neboť dosahují i hodnot 1,74 m (bod 9), 2,79 m (bod 13) až doposud maximální hodnoty 3,14 m (bod 8), přičemž platí, že naměřené hodnoty odpovídají mocnosti skládky pod referenčními body.



Graf 2 Časový průběh absolutního sedání na skládce TKO v Úholičkách od 4.7.2002 do 21.6.2012 (Kudrna, 2013)



Graf 3 Časový průběh relativního sedání na skládce TKO v Úholičkách od 4.7.2002 do 21.6.2012 (Kudrna, 2013)

Pokud jde o interpretaci relativního sedání, kde je na vodorovné časové ose logaritmické měřítko a na svislé ose poměr absolutního sedání k výšce skládky pod indikačním bodem, tak lze konstatovat, že časový údaj přechodu krátkodobého na dlouhodobé sedání $t_{2,k} = t_{1,l}$ činí zhruba 350 dní (Kudrna, 2013).

Z Grafu 3 vyplývá, že maximální hodnota relativního sednutí byla dosažena 10,89 % v bodě 8, minimální hodnota relativního sednutí pak v bodě 12 činí 3,47 %. Průměrná hodnota relativního sednutí na skládce v Úholičkách po 9 letech stáří I. etapy je 7,46 %.

Je třeba doplnit, že monitorování interpretovaných indikačních bodů probíhá nad I. etapou skládky na rekultivované ploše 2, která byla uzavřena a rekultivována v roce 08/2003,

tj. 2 měsíce před zahájením měření 14.10.2003. To znamená, že většina deformací skládkového tělesa byla monitorováním doposud zachycena a je zřejmé, že během dalšího provozu skládky i během období následné péče bude sedání skládky dále pokračovat. Výškově lze tedy vrchlík skládky převyšit zhruba o 3,5 m, což odpovídá hodnotě relativního sednutí okolo 12 %.

Pro orientační přehled velikosti sedání povrchu skládky za posledních 10 let je uvedena Tab. 10, která uvádí údaje výšky skládky a absolutního i relativního sednutí v jednotlivých monitorovaných lokalitách. Relativní sednutí je definováno procentuálním podílem absolutního sednutí a výšky referenčního bodu ode dna skládky.

	maximální výška skládky (m)	absolutní sednutí (m)	relativní sednutí (%)
Ďáblice	34,5	4,04	14,53
Úholičky	30,2	2,63	8,74
Uhy	23,9	0,93	3,89
Řevnice	19,8	0,28	2,24
Chrást u Březnice	16,6	0,33	2,54

Tab. 10 Přehled velikostí sedání na několika skládkách (www.osprodablice.cz)

V nejstarší části skládky v Ďáblicích bylo naměřeno sedání skládky jako celku s poměrně nízkými hodnotami nerovnoměrného sedání (rozptyl 194 – 232 cm), avšak v mladších sektorech činí rozptyl hodnot sednutí 140 – 404 cm (období 10/1999 – 3/2009). Životnost a funkční spolehlivost skládky určuje hodnota nerovnoměrného sednutí. Jako vhodné kritérium porušení pro posouzení mezních hodnot nerovnoměrného sednutí byla zvolena hodnota 1 : 400 (v procentech 0,25 %), jejíž adekvátnost byla ověřena na jiných lokalitách.

Sedání skládky dále pokračuje a z tohoto hlediska lze vyvodit, že sednutí skládky za dobu 20 let bude přibližně 4,7 – 6,6 m. Podle předchozích výsledku měření do roku 2000 však měla skládka klesnout za dobu 20 let o hodnotu pohybující se asi okolo 4 m (Škopek, 2004).

V případě skládky v Ďáblicích došlo na indikovaných bodech k nerovnoměrným sednutím, které přesahují kritérium porušení pětikrát až jedenáctkrát. V místech mezi

zvolenými posuzovanými indikačními body dojde s vysokou pravděpodobností k porušení těsnící vrstvy, ať je již zhotovena z minerálního těsnění či z fólie HDPE (Kudrna, 2009).

V nedávné době došlo k několika událostem těžkých sesuvů svahů v důsledku selhání stability skládky. Nejtragičtější hlášený případ sesuvů byl na skládce Payatas na Filipínách v červenci 2000 a v březnu 2003 v Aténách v Řecku. Obě poruchy vyvolaly nové otázky týkající se vlivu různých klimatických podmínek nebo různých způsobů provozu skládky a složení odpadu. Ze zkoušek na vzorcích tuhého komunálního odpadu bylo zjištěno, že pevnostní charakteristiky se značně liší od půd. Pevnost odpadu je dána podle vláken a fólií obsažených v odpadu. Tyto komponenty mají podobný efekt jako výztuž. Stejně jako vyztužené zeminy se bere v úvahu při pevnosti ve smyku u odpadu tření mezi částicemi a tahové síly u vláknitých složek. Účinky smykové pevnosti výztuže se nazývají vláknité soudržnosti. Vláknité soudržnosti se vytvářejí v tahu napětí ve vláknech a závisí na normálovém napětí. Z tohoto důvodu se pevnost ve smyku zvyšuje s hloubkou skládky. Celková pevnost ve smyku v důsledku tření mezi částicemi odpadu je mnohem vyšší než smykové pevnosti zeminy (<http://www.waste-management-world.com>).

6 Závěr

Cílem diplomové práce bylo shrnutí geologické stavby zájmového území, posouzení geotechnických vlastností zemin a zhodnocení stability a sedání tělesa skládky. Výstupy z jednotlivých bodů cílů jsou shrnuty v mapách a výsledcích práce.

Nově sestavená mapa dokumentačních bodů obsahuje oproti archivním mapám nové vrty a vlastní sondy, vytvořené v rámci dokumentačních prací při práci na diplomce. Mapa geologických poměrů ukazuje přesné vymezení skládkového tělesa a zachycuje přesnější IG poměry pomocí proužkové metody. Plní tak funkci archivní dokumentace, jelikož mapa geologických poměrů nebyla v takto podrobném měřítku v zájmové oblasti vytvořena.

Geologická stavba území byla vyjádřena v podobě IG mapy v měřítku 1 : 5 000. Podává tak přesnější a ucelenou představu o zájmovém území a má využití při následném zaplnění dalších sekcí skládky.

Inženýrskogeologické podmínky výstavby jsou charakterizovány jednoduchými geologickými poměry. Základové poměry ovlivňuje souvislý pokyv sprašových zemin, jejichž mocnost je proměnlivá. Pro nenáročné stavby jsou dostačující, podmíněčně vhodnou základovou půdou. Pro náročnější stavby sice nejsou vhodné, ovšem při zakládání nečinily problémy a využily se jako minerální těsnění. Koeficient filtrace dle ČSN 83 8032 splňují sprašové zeminy. Po přehutnění je splněn i slínovci. Před zhutňováním těsnících vrstev by se měla dohodnout na základě zkušeností technologie zhutňování a průkazné zkoušky. Rešerše GT vlastností jsou přehledně shrnuty v kapitole 4. Z výsledků je patrná vhodnost sprašových zemin pro minerální těsnění. Slíny, které se nacházejí pod těmito zeminami, nemají na těsnící funkci a stabilitu žádný výrazný vliv.

Zhodnocení stability a sedání vychází z dosud známých údajů geodetického měření vertikálních pohybů. Skládka je zřejmě stabilní a už teď lze říci, že sedá více, než byla prognóza a tudíž její navýšení mělo být větší. Na skládce se dosud neobjevily žádné náznaky výskytu smykových ploch, trhlin či jiné nestability. I když z výsledků je dokázáno nestejněměrné sedání, nedochází tu nejspíš k porušení svrchní geotextilie.

Obyvatelé, zejména rozvinutých zemí, produkují stále rostoucí množství pevného odpadu. Čím je společnost bohatší, tím je produkce odpadů větší a často jsou i komodity odpadů nebezpečnější. Řešení problému nakládání s komunálními odpady je jednou z nejdůležitějších otázek, kterými se zabývají všechna města na světě.

Složení odpadu je ovlivněno např. kulturou, úrovní hospodářského rozvoje, zeměpisnou polohou, klimatem, energetickými zdroji, ale i hustotou zalidnění v regionu. Rozvojové země mají nejvyšší podíl organického odpadu, zatímco plasty a jiné anorganické materiály tvoří nejvyšší podíl TKO ve vyspělých zemích, kde se podíl organických odpadů snižuje. Obecně platí čím více vyspělá oblast, tím více vytříděný materiál se vyváží na skládky TKO. Nejvíce se třídí odpad v Japonsku, dále se třídí velké množství odpadu v Evropě a v Severní Americe. Odpad se netřídí prakticky ve všech rozvojových zemích, ale například i v Izraeli.

Směrnice Evropské unie tvrdí, že skládka je nejhorší způsob, jak nakládat s odpady. Naprostá většina vyspělých evropských zemí má vyšší podíl recyklace i kompostování odpadu. V ČR je také málo využíváno zařízení na energetické využití odpadu – tedy spalovny. Skládka přináší zisk pouze za uložení odpadu, spalovna i za vyrobenou elektřinu nebo teplo. Proto se v mnoha zemích EU ukládá na skládky pouze minimální množství odpadu. Česká republika se v roce 1999 Evropské Unii zavázala, že bude v následujících

letech redukovat neefektivitu nakládání s komunálními směsnými odpady (www.skladkyodpadu.cz).

Švýcarsko v roce 2000 vydalo zákon, jenž měl významným způsobem redukovat neefektivitu ve využívání nejrůznějších druhů odpadů. Tento zákon s konečnou platností zakázal jakékoli skládkování odpadu a přípustná nadále byla pouze recyklace nebo spalování. Několik let platnosti tohoto revolučního zákona přineslo své ovoce a v současné době je nakládáno s odpady maximálně efektivně, viz níže uvedená tabulka. (Tab. 11).

recyklace	spalovny	Skládky
50%	50%	0%

Tab. 11 Přehled nakládání s odpadem ve Švýcarsku (www.cista-alternativa.cz)

Také Rakousko se vydalo obdobnou cestou jako jejich soused, přestože volilo méně obligatorní formu, výsledek je však obdobný. Rakousko totiž nakládá efektivně s více než 90% všech svých odpadů o čemž se můžete přesvědčit v následující tabulce (Tab. 12)

recyklace	spalovna	Skládky
69%	23%	8%

Tab. 12 Přehled nakládání s odpadem v Rakousku (www.cista-alternativa.cz)

Také náš jihozápadní soused, Německo, se vydává dlouholetou cestou environmentální politiky efektivního využívání odpadů a podpory ekologie, což je patrné na procentech efektivního využití odpadů, která jsou shrnuta v následující tabulce (Tab. 13)

recyklace	spalovna	Skládky
51%	25%	14%

Tab. 13 Přehled nakládání s odpadem v Německu (www.cista-alternativa.cz)

Ve srovnání s výše zmíněnými státy si Česká republika nestojí příliš dobře. Z následující tabulky (Tab. 14) shrnující základní způsoby nakládání s odpady totiž jasně vyplývá, že naše republika má v efektivním nakládání s odpady ještě značné mezery. Je totiž schopna efektivně zpracovávat pouze dvacet osm procent vyprodukovaného odpadu a zbylých 72% neefektivně a nebezpečně odpočívá na některé z početných tuzemských skládek. ČR

patří v rámci EU k zemím s nejnižší produkcí KO vztažených na 1 obyvatele. Oproti evropskému průměru ale nerespektuje hierarchii nakládání s odpady (www.cista-alternativa.cz).

recyklace	spalovna	skládky
18%	10%	72%

Tab. 14 Přehled nakládání s odpady v ČR (www.cista-alternativa.cz)

Použitá literatura

Domácí

Balatka, B.; Michovská, J.; Sládek, J. (1959): *Podrobná geomorfologická mapa území na sever od Prahy* – Sborník Československé společnosti zeměpisné, roč. 64, č. 4, str. 289 – 302, Praha

Bořický, E. (1880): *Petrografická studia porfyrových hornin v Čechách, díl 1. Porfyry a porfyrity křemenné* – Archiv přírodovědeckého výskumu Čech, 4. díl, č. 3, 164 str., V Praze: Fr. Řivnáč

Ciniburk, M. (1960): *Žilné horniny v severním Povltaví* – MS Geofond, 4 str., Praha

Ciniburk, M. (1961): *Granodioritový peň mezi Vodochody a Hořticemi* – Věstník Ústředního ústavu geologického, roč. 34, č. 1, str. 73 – 74, Academia, Praha

Ciniburk, M. (1965): *Hlubinné vyvřeliny neratovického komplexu* – MS Geofond, Praha

Ciniburk, M. (1966): *Geologie a petrografie západní části neratovického komplexu a přilehlých území* – Časopis pro mineralogii a geologii, roč. 11, č. 1, str. 27 – 35, Academia, Praha

Ciniburk, M.; Kratochvíl, J. (1961): *Profil skalní stěnou u Libčic nad Vltavou* – Časopis pro mineralogii a geologii, roč. 4, č. 3, str. 250 – 254, Academia, Praha

Demek, J.; Mackovčín, P.; Balatka, B. (2006): *Zeměpisný lexikon ČR, Hory a nížiny* – 2. vydání, 580 str., AOPK ČR, Brno

Dvořák, J. (1976): *Křída* (In: *Návrh regionálně geologické klasifikace Českého masivu* – Časopis pro mineralogii a geologii, roč. 21, č. 1, str. 1 – 21, Academia, Praha

Fiala, F. (1977): *Proterozoický vulkanismus Barrandienu a problematika spilitů* – Sborník geologických věd, Geologie, sv. 30, str. 1 – 247, ČGÚ, Praha

Frič, A. (1879): *Studie v oboru křídového útvaru v Čechách, Paleontologické prozkoumání jednotlivých vrstev – 2. Bělohorské a Malnické vrstvy* - Archiv přírodovědeckého výskumu Čech, sv. 4, V Praze: Fr. Řivnáč

Hazdrová, M. (1983): *Vysvětlivky k základní hydrogeologické mapě ČSSR 1 : 200 000, list 12 Praha* – Ústřední ústav geologický, 163 str., Praha

Hrabal, J. (2013): *Musí vždy platit, že rekultivace rovná se zatěsnění?* - Odpady č. 1/2013, Economia a.s. Praha

Ibrmajer, J. (1965): *Mapa úplných Bouguerových anomálií 1 : 200 000, list Praha* – Ústřední ústav geologický, Praha

Kára, J. (2007): *Výroba a využití bioplynu v zemědělství* - VÚZT, Praha

Klvaňa, J. (1893): *Údolí Vltavské mezi Prahou a Kralupy, Petrografická studie* – Archiv přírodovědeckého výskumu Čech, 9. díl, č. 3, 94 str., V Praze: Fr. Řivnáč

Kodym, O.; Matějka, A. (1920): *Geologicko-morfologický příspěvek k poznání štěrků a vývoje říčních toků ve středních Čechách* – Sborník České společnosti zeměvědné, roč. 26, str. 17 – 32 a 97 – 113, Česká společnost zeměvědná, Praha

Kodym, O. sen.; Matějka, A. (1927): *Geologická mapa 1 : 75 000, List Praha* – Ústřední ústav geologický, Praha

Kudrna, Z. (2009) : *Funkční spolehlivost zakrytí skládek komunálního odpadu* - přednáška Inženýrskogeologický kongres Ostrava, 31.8 – 3.9.2009

Kudrna, Z. (2013): *Zpráva o vyhodnocení měření sedání skládky TKO v Úholičkách* – nepublikovaná zpráva, 19 str., Praha

Ložek, V. (1955): *Měkkýši československého kvartéru* – Rozpravy Ústředního ústavu geologického, sv. 17, 510 str., Ústřední ústav geologický, Praha

Mašek, J. (1995): *Základní geologická mapa ČSSR 1:25 000 (prozatímní vydání), List 12-232 Buštěhrad* – Český geologický ústav, Praha

Mašek, J.; Jadrníček, P.; Klener, J.; Mentlík, T.; Pospíšil, J.; Suchánek, Z.; Šalanský, K.; Šebesta, J.; Zelenka, P.; Zoubek, J. (1990): *Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1:25 000 list 12-232 Buštěhrad* - Ústřední ústav geologický, 63 str., Praha

Matějka, A. (1921): *O geologických poměrech severního Povltaví - Sborník Státního geologického ústavu Československé republiky* - Státní geologický ústav Československé republiky, str. 49 - 81, Praha

Matějka, A. (1923): *O geologických poměrech severního Povltaví – část II.* – Sborník Státního geologického ústavu Československé Republiky, sv. 3, str. 65 – 90, Praha

Matoušek, O. (1923): *Vltavské terasy u Levého Hradce* – Sborník Československé společnosti zeměpisné, roč. 29, str. 153 – 158, Česká společnost zeměpisná, Praha

Novotný, J. (2012): *Časté chyby v inženýrskogeologické dokumentaci* - Geotechnika 1-2/2012, Čeněk a Ježek s.r.o. Praha

Pašek, J.; Škopek, J. (1993): *K některým otázkám geologicko-průzkumných prací pro skládky odpadů* – časopis Odpad 7-8/1993, str. 21 – 22, Nadace Revia, Praha

Petrbok, J. (1924): *Měkkýši I. Pleistocenní terasy řeky Vltavy u Únětic* – Časopis Národního muzea oddělení přírodovědecké, roč. 98, str. 90 – 97 a 137 – 144, Národní muzeum, Praha

Prošek, P. (1947): *Příspěvek k vyřešení genetické souvislosti sprašových pokryvů se spodními údolními vltavskými terasami* – Věstník královské České společnosti nauk třída matematicko-přírodovědecká, sv. 4, Královská česká společnost nauk, Praha

Prošek, P. (1947a): *Paleolitické osídlení Čech ve světle nejnovějších výzkumů* – Časopis Národního muzea – oddíl duchovědný, roč. 116, str. 1 – 13, Národní muzeum, Praha

Prošek, P.; Ložek, V. (1951): *Zpráva o výzkumu kvartéru v Letkách nad Vltavou* – Věstník Ústředního ústavu geologického, roč. 36, str. 1 – 3 a 101 – 104, Ústřední ústav geologický, Praha

Prošek, P.; Ložek, V. (1957): *Stratigraphische Übersicht des tschechoslowakischen Quartärs – Das Eiszeitalter und der Übergang zur Gegenwart*, roč. 8, str. 37 – 90, Öhringen

Röhlich, P. (1960): *Objev granodioritového pně v algonkiu severně od Prahy* – Věstník Ústředního ústavu geologického, roč. 35, str. 73 – 76, Academia, Praha

Röhlich, P. (1962): *Poznámky ke geologii algonkia v severním Povltaví* – Časopis pro mineralogii a geologii, roč. 7, č. 2, str. 145 – 157, Academia, Praha

Rosenberg, T., Dvořáček, T. (2006): *Dokumentace záměru dle přílohy č. 4 zákona 100/2001 Sb.- Bioplynová stanice Úholičky* – Ekora, 66 str., Praha

Roth, Z. (1955): *Průvodce k exkurzím sekce kvartérní a inženýrské geologie sjezdu Československé společnosti pro mineralogii a geologii v Praze v roce 1954* – Antropozoikum, sv. 5, Československá akademie věd, Praha

Sedláček, V. (2011): *Analýza faktorů ovlivňující geotechnické parametry materiálu skládek TKO* – Bakalářská práce, UK v Praze Přírod. Fakulta

Sekal, J. (1974): *Mapa inženýrskogeologických poměrů 1 : 5 000, Středokluky* – MS Geofond, Praha

Souček, L. (2011): *Geotechnický průzkum- Skládka Úholičky IV. Etapa* – Pöyry Environment, 56 str., Brno

Straka, J. (1993): *Základní geologická mapa ČSFR 1:25 000, List 12-241 Roztoky* – Ústřední ústav geologický, Praha

Straka, F (1999): *Skládkový plyn – faktory ovlivňující tvorbu skládkového plynu* - Odpady č. 9, ročník IX., Economia, a.s., Praha

Straka, J.; Brunnerová, Z.; Hrkal, Z.; Lochmann, Z.; Rudolský, J.; Šalanský, K.; Valečka, J.; Volšan, V.; Zelenka, P.; Zoubek, J. (1988): *Vysvětlivky k Základní geologické mapě ČSSR 1 : 25 000 list 12-241 Roztoky* – Ústřední ústav geologický, 72 str., Praha

Šalanský, K.; Manová, M. (1984): *Vysvětlivky ke geofyzikální mapě 1 : 25 000, list 12-232 Buštěhrad* – MS Geofond, Praha

Škopek, J. (2004): *Sedání skládek komunálního odpadu* - Odpadové forum 10/2004 , str. 30, CEMC, Praha

Tolasz, R.; Brázdil, R.; Bulíř, O.; Dobrovolný, P.; Dubrovský, M.; Hájková, L.; Halášová, O.; Hostýnek, J.; Janouch, M.; Kohut, M.; Krška, K.; Křivancová, S.; Macková, J.; Mrkvica, Z.; Pokorný, J.; Rožnovský, J.; Sosna, V.; Trnka, M.; Vavruška, F.; Vysoudil, M.; Zahradníček, J.; Zusková, I.; Žák, M.; Žalud, Z. (2007): *Atlas podnebí Česka – Český hydrometeorologický ústav a Univerzita Palackého v Olomouci*, 255 str., Olomouc

Trnavský, J. (2009): *Dovnitř skládky proudí odpad, ven elektrický proud* - Komunální technika 9/2009, Profi Press, s.r.o., Praha

Záruba, Q. (1942): *Původ štěrků z terasy u Lysolaj a Suchdola – Zpráva Geologického ústavu pro Čechy a Moravu*, roč. 17, č. 5, str. 298 – 308, Geologický ústav pro Čechy a Moravu, Praha

Záruba, Q. (1943a): *Vltavské údolní meandry u Libčic – Věstník Královské české společnosti nauk třídy matematicko-přírodovědecké*, str. 1 – 16, Praha

Záruba, Q. (1943b): *Podélný profil vltavskými terasami mezi Kamýkem a Veltrusy – Rozprava II. třídy České akademie věd a umění*, roč. 52, č. 9, str. 1 – 39, Česká akademie věd a umění, Praha

Záruba, Q. (1944): *Periglaciální zjevy v okolí Prahy – Rozpravy II. Třídy České akademie věd a umění*, roč. 53, č. 1, str. 1 – 34, Česká akademie věd a umění, Praha

Záruba, Q.; Ložek, V.; Kukla, J. (1960): *Starokvartérní sedimenty v hliništi cihelny u Žalova* - Věstník Ústředního ústavu geologického, roč. 35, č. 3, str. 225 – 228, Ústřední ústav geologický, Praha

Zázvorka, V. (1934): *Terasy v severním Povltaví – Věstník Státního geologického ústavu Československé republiky*, roč. 10, č. 6, str. 209 – 220, Státní geologický ústav ČSR, Praha

Zoubek, J. (1977): *Geologická mapa 1 : 10 000, list 12-232 Libochovičky – MS archiv Ústředního ústavu geologického*, Praha

Zuska, V.; Vlach, J. (1972): *Půdní mapa Středočeského kraje 1 : 200 000* – MS archiv Výzkumného ústavu rostlinné výroby, Praha

Žebera, K. (1937): *Křídový útvar na Kladensku* - Rozpravy II. Třídy České akademie věd a umění, roč. 46, č. 29, str. 1 – 9, Česká akademie věd a umění, Praha

Žebera, K. (1946): *Plán základových půd katastrálního území obce Lidice, okres Kladno* – MS Geofond, Praha

Žebera, K. (1947): *Technicko-geologické poměry buštěhradského katastru* – Geotechnica, sv. 1, 50 str., Státní geologický ústav ČSR, Praha

Žebera, K.; Urbánek, L. (1953): *Mapa pokryvných útvarů (vydání B)* – Ústřední ústav geologický, Praha

Žebera, K. (1967): *Český masiv na rozhraní třetihor a čtvrtohor* – Časopis pro mineralogii a geologii, roč. 12, č. 1, str. 79 – 82, Academia, Praha

Žebera, K.; Mikula, J. (1982): *Říp – hora v jezeru* – 124 str., Panorama, Praha

ČSN 83 8030 (2002): *Skládkování odpadů-Základní podmínky pro navrhování a výstavbu skládek*

ČSN 83 8032 (2002): *Skládkování odpadů-Těsnění skládek*

ČSN 83 8034 (2002): *Skládkování odpadů – odplynění skládek*

ČSN 83 8036 (2002): *Skládkování odpadů - Monitorování skládek*

ČSN 73 6133 (2010): *Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací*

ČSN EN 206-1 (2001): *Beton - Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda*

ČSN 03 8375 (2004): *Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi*

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

Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu

Předpis č. 383/2001 Sb., Vyhláška Ministerstva životního prostředí o podrobnostech nakládání s odpady

Zahraniční

Al-Thani, A.; Beaven, R.; White, J. (2003): *Modelling Flow to Leachate Wells in Landfills* - Waste Management , roč. 24, č. 3, str. 271 – 276

Capelo, J.; DeCastro, M. (2007): *Measuring Transient Water Flow in Unsaturated Municipal Solid Waste - A New Experimental Approach* - Waste Management , roč. 27, č. 6, str. 811-819

Engelmann, R. (1911): *Die terrassen der Moldau-Elbe zwischen Prag und den Böhmischen Mittelgebirge* – Geographische jber. Österreich, sv. 9, str. 38 – 94, Wien

Galvão, T.C.D.B; Kaya, A.; Ören, A.H.; Yükselen, Y. (2008): *Geomechanics of landfills- Innovative Technology for Liners*.-Soil and Sedim. Contam. 17(4), str. 411-424

Grisolia, M.; Napoleoni, Q. (1995): *Deformability of Waste and Settlements of Sanitary Landfills* - ISWA '95 World Congress on Waste Management Wien

Jessberger, H.L. (1995): *Abschlussbericht zum Verformungsverhalten von Abfalldeponien unter Berücksichtigung der Abfalleigenschaften* – Lehrstuhl für Grund und Bodenmechanik, Ruhr-Universität Bochum

Kočí, A.; Ložek, V.; Malkowski, Z. (1974): *Paleomagnetic investigation of the Suchdol terrace on the river Vltava* - Studia geophysica et geodaetica, roč. 18, str. 259 – 265, Academia, Praha

König, D.; Kockel, R.; Jessberger, H.L. (1996): *Zur Beurteilung der Standsicherheit und zur Prognose der Setzungen von Mischabfalldeponien* - 12. Nürn. Deponieseminar

Krejčí, J. (1869): *Studien im Gebiete der böhmischen Kreide-Formation, 1. Allgemeine und orographische Verhältnisse sowie Gliederung der böhmischen Kreide-Formation* - Archiv der naturwissenschaftlichen Landesdurchforschung von Böhmen, Prag : Fr. Řivnáč

Ložek, V. (1964): *Mittel- und jungpleistozäne Lössserien* – Report of the 6. Internationale congress on Quaternary, Symposium in Loess, Warsaw 1961

Ložek, V. (1969): *Über die malakozoologische Charakteristik der pleistozänen Warmzeiten mit besonderer Berücksichtigung des letzten Interglazials* - Gesellschaft für geologische Wissenschaften der DDR, roč. 14, č. 4, str. 439 – 469, Berlin

Park, H.; Park, B.; Lee, S.R. (2007): *Analysis of long-term settlement of municipal solid waste landfills as determined by various settlement estimation methods* - Journal of the Air & Waste Management Association

Wong, W. (2009): *Investigation of the technological properties of municipal solid waste as a function of placement conditions* - Faculty of California Polytechnic State University, San Luis

Wreford, K. A.; Atwater, J. W.; Lavkulich, L. M. (2000): *The effects of moisture inputs on landfill gas production and composition and leachate characteristics at the Vancouver landfill site at Burns Bog* - Waste Management & Research., č. 18, str. 386 – 392

Xie, M.; Aldenkortt, D.; Wagner, J.; Rettenberger, G. (2006): *Effect of Plastic Fragments on Hydraulic Characteristics of Pretreated Municipal Solid Waste* - Canadian Geotechnical Journal, roč. 43, str. 1333 - 1343

Internet

<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuzivani-skladkoveho-plynu>

<http://www.cenia.cz/rocenka2011/index.htm>

<http://cista-alternativa.cz/vsechny-prispevky/vylet-na-horu-odpadku/>

http://cs.wikipedia.org/wiki/Lev%C3%BD_Hradec

http://cs.wikipedia.org/wiki/Roztock%C3%BD_h%C3%A1j_-_Tich%C3%A9_%C3%BAol%C3%AD

<http://www.euractiv.cz/zivotni-prostredi/clanek/ceska-republika-v-recyklaci-odpadu-zaostava-za-prumerem-eu-ukazuje-eurostat-odpady-skladky-010661>

<http://www.gweb.cz/dotazy/d-617/>

<http://www.hochtief.cz/cz/informace-pro-media/tiskove-zpravy/skladka-v-uholickach-proslo-rekultivaci>

www.mapy.cz

<http://mapy.geology.cz/website/geoinfo/>

<http://www.monet.cz/atlas/>

[http://www.mzp.cz/www/ippc.nsf/\\$pid/MZPXXFM1OJWU?opendocument#](http://www.mzp.cz/www/ippc.nsf/$pid/MZPXXFM1OJWU?opendocument#)

http://portal.cenia.cz/eiasea/detail/EIA_STC392

<http://www.skladkyodpadu.cz/skladka-odpadu-v-eu/>

<http://www.waste-management-world.com/articles/2004/05/landfill-stability.html>

Příloha č. 1

Obr. 1 Rozmístění skládek odpadů skupiny S – NO, S – OO v r. 2010 (statistická ročenka MŽP 2011)



Tab. 1 Laboratorně stanovené hodnoty slínovců (Souček, 2011)

Přírozená vlhkost w_n	Vlhkost na mezi tekutosti w_l	Vlhkost na mezi plasticity w_p	Stupeň konzistence reduk. I_{cr}
9,6-12,9%	34-36%	22%	1,72-1,76

Tab. 2 Směrné normové hodnoty slínovce dle zařídění ČSN 73 1001 (Souček, 2011)

Třída těžitelnosti	φ_{ef}	c_{ef}	E_{def}	R_{dt}	ν	γ
3-4/I	27°	0,035 MPa	15-20 MPa	0,3 MPa	0,35	21 kNm^{-3}

Tab. 3 Porovnání výsledků nejnovějších a archivních laboratorních zkoušek na spraších (Souček, 2011)

	Nynější výsledky	Archivní výsledky
Přirozená vlhkost w_n	20,5-25,2%	9,1-28,5%
Vlhkost na mezi tekutosti w_l	35-39%	35-49%
Vlhkost na mezi plasticity w_p	18-22%	17-18%
Stupeň konzistence I_{cr}	0,66-0,91	0,63-1,49
Objemová hmotnost ρ_n	1960-2060 kg.m ⁻³	1730-2065 kg.m ⁻³
Objemová hmotnost suché zeminy ρ_d	1580-1710 kg.m ⁻³	1512-1716 kg.m ⁻³
Hustota pevných částic ρ_s	2670-2680 kg.m ⁻³	2726-2769 kg.m ⁻³
Stupeň nasycení S_r	93-98%	64-92%
Pórovitost n	36-41%	38-45%

Tab. 4 Směrné normové charakteristiky spraší a sprašových hlín (Souček, 2011)

	Tuhá	Pevná
Třída	F6-CI	
Těžitelnost	3/I	
φ_u	0	
c_u	0,05	0,08
E_{def}	5	8
R_{dt}	0,1	0,2
ν	0,4	
γ	21	

Tab. 5 Směrné normové charakteristiky šterku (Souček, 2011)

	Středně plastický jíł šterkovitý tuhý	Šterk jílovitý
Třída	F1-MG	G5-GC
Těžitelnost	3/I	
φ_u [°]	5	φ_{ef} [°] 28
c_u [MPa]	0,04	c_{ef} [MPa] 0,005-0,01
E_{def} [MPa]	15	40
R_{dt} [MPa]	0,2	0,25
ν	0,35	0,3
γ [kNm ⁻³]	19	19,5

Tab. 6 Antropogenní navážky v závislosti na obsahu klastické frakce (Souček, 2011)

	Soudržná navážka	Polosoudržná písčitá navážka s úlomky, tuhá	Nesoudržná navážka z úlomkovité frakce s jílovitou výplní
Třída	F6-CI-Y	F4-CS-Y	G3-G-F
Těžitelnost	3		
φ_u [°]	21	25	30
c_u [MPa]	0,012	0,014	0,01
E_{def} [MPa]	3	4	8
R_{dt} [MPa]	0,1	0,15	0,2
γ [kNm ⁻³]	19,5	17,5	19,5

Tab. 7 Laboratorně zjištěné hodnoty materiálu z Deponie 1 (Souček, 2011)

Přirozená vlhkost w_n	Vlhkost na mezi tekutosti w_l	Vlhkost na mezi plasticity w_p	Stupeň konzistence I_c	Zhutnitelnost $\rho_{d \max}$	Objemová hmotnost suché zeminy ρ_d	Propustnost před zhutněním k_f / po zhutnění
17,5-18,6%, při patě pak 22-25,4%	38-42%	18-22%	1,11-1,17, při patě 0,75-0,95	1739-1741 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, při $w_{\text{opt}}=$ 16,7-17,2%	1580-1710 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	1,2-1,9. $10^{-8}\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ / $2\cdot 10^{-9}$ -1,1. $10^{-9}\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

Tab. 8 Laboratorně zjištěné hodnoty materiálu z Deponie 2 (Souček, 2011)

Přirozená vlhkost w_n	Vlhkost na mezi plasticity w_p	Stupeň konzistence I_c	Zhutnitelnost $\rho_{d \max}$	Objemová hmotnost suché zeminy ρ_d	Propustnost před zhutněním k_f / po zhutnění
22-29%	18-22%	0,28-0,81	1654-1758 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	1580-1710 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	$1,2-1,9\cdot 10^{-8}$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ / 6,8 a $9,7\cdot 10^{-10}$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

Tab. 9 Množství uloženého odpadu za určitá období (Kudrna, 2013)

1995 - 12/2004	12/2004- 12/2006	01/2006- 10/2008	11/2008- 12/2009	01/2010- 06/2010	07/2010- 12/2010	součet 1995- 2010
976 645 m ³	357 826 m ³	334 246 m ³	220 525 m ³	86 964 m ³	103 304 m ³	2 079 510 m ³

Příloha 2

Diplomová práce – Příloha 2	
Popis: Dokumentační bod 1 – DB1	
Provedl: Matoušová, J.	Dne: 20.11.2012
Souřadnicový systém: JTSK	
x=1033718.98	y=746977.55

Popis: Vedle polní cestičky z obce Úholičky směrem na západ asi 200 m od návsi malá stráž s deluviálními blokovými sutěmi s balvany většími než 40 cm. Mocnost sutí je asi 2 – 5 m. Svah je tvořen úlomky různých hornin – droby, břidlice, prachovce.

Diplomová práce – Příloha 2	
Popis: Dokumentační bod 2 – ZS1 (zarážená sonda)	
Provedl: Matoušová, J.	Dne: 20.11.2012
Souřadnicový systém: JTSK	
x= 1033525.83	y= 746792.34

Popis: Ručně zarážená sonda o celkové hloubce 2 m. Bylo dosaženo maximální hloubky sondy. Sonda se nachází asi 200 m na východ od vrcholu kopce Stříbrník. Po zdokumentování byla sonda zlikvidována.

Diplomová práce – Příloha 2

Popis: Dokumentační bod 3 – DB2

Provedl: Matoušová, J.

Dne: 20.11.2012

Souřadnicový systém: JTSK

x= 1033534.41

y= 746642.11

Popis: Blízko vrcholu kopce Stříbrník výchoz eluvií silicitů značně rozvětralých a vytvářejících v okolí deluviální blokové sutě. Velké balvany o velikosti 2 – 4 m.

Diplomová práce – Příloha 2

Popis: Dokumentační bod 4 – DB3

Provedl: Matoušová, J.

Dne: 20.11.2012

Souřadnicový systém: JTSK

x= 1033317.45

y= 746435.74

Popis: Přibližně 300 m jižně od soutoku Podmoránského potoka a meandru Vltavy značný rozpad drob, prachovců a břidlic vytvářejících kamenné moře na svahu asi 30 m širokého.

Diplomová práce – Příloha 2

Popis: Dokumentační bod 5 – ZS2 (zarážená sonda)

Provedl: Matoušová, J.

Dne: 20.11.2012

Souřadnicový systém: JTSK

x= 1032486.66

y= 746986.07

Popis: Na východ asi 100 m od oplocení skládky u silnice na Libčice nad Vltavou na zemědělsky obdělávaném poli jsme zdokumentovali zaráženou sondu. Celková hloubka sondy je 200 cm. Podzemní voda nebyla zastižena. Po zdokumentování byla sonda zlikvidována a terén upraven do původního stavu.

0 – 65 cm tmavě hnědá hlína silně humózní

65 – 200 cm světle žlutohnědá spraš

Diplomová práce – Příloha 2

Popis: Dokumentační bod 6 – ZS3 (zarážená sonda)

Provedl: Matoušová, J.

Dne: 20.11.2012

Souřadnicový systém: JTSK

x= 1032425.81

y= 747179.22

Popis: Na SV asi 80 m od oploceného areálu skládky asi 100 m SSZ od silnice na Libčice nad Vltavou jsme provedli zaráženou sondu na zemědělsky obdělávaném poli. Sonda byla ukončena v hloubce 200 cm. Podzemní voda nebyla zastižena. Po zdokumentování byla sonda zlikvidována a terén uveden do původního stavu.

0 – 45 cm černohnědá silně humózní sprašová hlína

45 – 200 cm světle žlutohnědá tuhá spraš

Diplomová práce – Příloha 2

Popis: Dokumentační bod 7 – ZS4 (zarážená sonda)

Provedl: Matoušová, J.

Dne: 20.11.2012

Souřadnicový systém: JTSK

x= 1031703.5

y= 748052.34

Popis: U silnice na Tursko asi 50 m na S od vjezdu do areálu skládky jsme provedli zaráženou sondu na zemědělsky obdělávaném poli. Celková hloubka sondy byla 150 cm. Sonda byla ukončena předčasně kvůli neprostupnosti do podloží. Podzemní voda nebyla zastižena. Po zdokumentování byla sonda zlikvidována a terén byl upraven do původního stavu.

0 – 55 cm Hnědá silně humózní hlína s kořínky travin

55 – 150 cm tmavě žlutohnědá spraš pevná až tuhá

Diplomová práce – Příloha 2

Popis: Dokumentační bod 8 – DB4

Provedl: Matoušová, J.

Dne: 20.11.2012

Souřadnicový systém: JTSK

x= 1031703.5

y= 748052.34

Popis: Na vrcholu kopce Hřivnáč asi 400 m na Z od rozcestí silnic na Libčice nad Vltavou a Tursko uprostřed zemědělsky obdělávaného pole výchoz eluvií silicitů. Výchoz má na délku asi 50 m a na šířku 15 m. Rozpad do bloků a sutí. Přímo na něm se nachází vzrostlý les.

Diplomová práce – Příloha 2

Popis: Dokumentační bod 9 – DB5

Provedl: Matoušová, J.

Dne: 20.11.2012

Souřadnicový systém: JTSK

x= 1033912.77

y= 748295.76

Popis: Přibližně 200 m na Z od zámku v obci Úholičky v korytě Podmoránského potoka odkryty tmavé písčitohlinité fluvialní náplavy s menšími úlomky různých hornin do 5 cm subhorizontálního uložení.

Diplomová práce – Příloha 2

Popis: číslo úkolu - JHP18.6.00961 - Vrtný profil 2 vrtů

Provedl: VÁCHOVÁ, J., Hutní projekt, Praha

Rok: 1959

Souřadnicový systém: JTSK

x= 1033030

y= 747245

V1 284,83 m n.m. DB/1

0,00-0,20	humusovitá hlína,
0,20-0,90	hnědá písčité hlína pevná, ojediněle úlomky křemene,
0,90-2,10	hnědá hlína jemně písčité,
2,10-3,50	hnědá písčité hlína s úlomky křemene a úlomky pískovce,
3,50-9,20	zelenošedé silně navětralá alg.břidlice - elluvium.

V2 279,86 m n.m. DB/2

0,00-1,50	tmavá humosní hlína,
1,50-2,70	hnědá jílovitá hlína pevná,
2,70-3,60	tmavá písčité hlína pevná,
3,60-5,90	světlešedý jemnozrný pískovec vápnitý-navětralý,
5,90-10,00	zelenošedá silně navětralá alg.břidlice s pevnými úlomky.

3 LITOLOGICKÉ POPISY SOND

UH-100		$y = 747\,696.81$	$x = 1\,032\,708.70$	$z = 310,86$	ČSN	ČSN	ČSN
metráž	popis				73 1001	73 3050	73 6133
0,00 – 0,30	navážka – tmavohnědá hlína prachovitá s úlomky cihel a valouny šterku do 5 cm, pevný				Y	3	I
0,30 – 0,50	tmavohnědá hlína prachovitá, pevná				F6	3	I
0,50 – 1,10	hnědá dtto				F6	3	I
1,10 – 2,40	světle hnědá spraš, tuhá až pevná s pseudomyceliemi				F6	3	I
2,40 – 3,50	dtto, prachovitá, méně vápnitá, tuhá				F6	3	I
3,50 – 5,50	světle hnědý jíl písčítý, středně plastický s valounky drobného až středního šterku, tuhá, valouny dobře opracované, polymiktní, velké 1-3 cm, o objemu do 5 %				F6	3	I
5,50 – 6,00	hnědý šterk, drobný až hrubý, silně zajílovaný, ulehlý až jíl šterkovitý pevný				F1 x G5	3	I
6,00 – 7,00	zvětralý slínovec, geotechnicky světle zelenavě hnědý jíl, středně plastický s úlomky vyšší pevnosti, pevný				R5	3-4	I
7,00 – 8,00	dtto, úlomky do 5 cm, odolnější, kladivem drtitelné				R4	4	I
	Bez vody						

UH-102		$y = 747\,534.85$	$x = 1\,032\,597.47$	$z = 307.33$		
metráž	popis	ČSN	ČSN	ČSN		
		73 1001	73 3050	73 6133		
0,00 – 0,30	ornice					
0,30 – 0,60	tmavohnědá hlína slabě humózní, tuhá – pevná	F6	3			I
0,60 – 2,40	světle hnědá hlína sprašová, tuhá	F6	3			I
2,40 – 4,90	rezavohnědý jííl středně plastický, tuhý, s ojedinělými valouny štěrku do 1 cm	F6-CI	3			I
4,90 – 5,95	světle hnědošedý štěrk, drobný až hrubý, zajiílovaný, vápnitý, ulehíly až jííl štěrkovitý, pevný	F1xG5	3			I
5,95 – 7,00	eluvium křídového slínovce – geotechnicky kaolinizovaný jííl pestrý, pevný se zachovalou strukturou horniny	R5 F2-CG	3-4			I
	Bez vody					

UH-103		$y = 747\,452.49$	$x = 1\,032\,532.84$	$z = 307,40$		
metráž	popis	ČSN	ČSN	ČSN		
		73 1001	73 3050	73 6133		
0,00 – 0,40	ornice					
0,40 – 1,05	tmavohnědá hlína slabě humózní, tuhá, pevná	F6	3		I	
1,05 – 2,20	světle hnědá sprašová hlína vápnitá (pseudomycélie), tuhá	F6	3		I	
2,20 – 5,50	hnědý jíł středně plastický, s oj. valouny štěrku, tuhý s polohami až měkce tuhými	F6-CI	3		I	
5,50 – 7,60	dtto, silně vápnitý (konkrece 1 – 3 cm), tuhý	F6	3		I	
7,60 – 8,10	provápněná poloha - bílý jíł s úlomky CaCO ₃ , tuhý, úlomky rukou drtitelné	F6	3		I	
8,10 – 9,00	zvětralý slínovec – geotechnicky zelenavě šedý, rezavě smouhovaný jíł vápnitý, pevný	R5	3-4		I	
	Bez vody					

UH-104		$y = 747\,692.32$	$x = 1\,032\,568.88$	$z = 309.75$			
metráž	popis				ČSN	ČSN	ČSN
					73 1001	73 3050	73 6133
0,00 – 0,30	ornice						
0,30 – 0,60	tmavohnědá hlína slabě humózní, tuhá				F6	3	I
0,60 – 2,00	světle hnědá sprašová hlína vápnitá s pseudomycéliemi, tuhá				F6	3	I
2,00 – 2,95	dtto, plastičtější, s ojedinělými valounky šterku do 2 cm, tuhý				F6	3	I
2,95 – 5,20	hnědošedý šterk, drobný až hrubý, písčítý, silně zajílovaný, ulehlý, výplň – jíl plastický, pevný, valouny dokonale opracované, limonitizované, polymiktní, 1 – 5 cm velké (v hl. 4,5 m – valoun větší, jak průměr vrtu 156 mm) až jíl šterkovitý, pevný				F1-MG	3	I
5,20 – 5,80	pestrý hnědošedý písek, střední až hrubě zrnitý, ulehlý, zajílovaný, s ojedinělými valouny šterku do 1 cm				S5	2	I
5,80 – 5,90	pestrý hnědošedý šterk, drobný až střední, písčítý, zajílovaný, ulehlý				F1xG5	3	I
5,90 – 7,00	světle okrově hnědý jíl, slabě hrubozrně písčítý, tuhý – pevný				F6	3	I
7,00 – 8,00	pestrý šedohnědý šterk, drobný až kamenitý, zajílovaný, silně ulehlý				G5	3-4	I
	Bez vody						

UH-107		$y = 747\,812.01$	$x = 1\,032\,553.62$	$z = 312,20$	ČSN	ČSN	ČSN
metráž	popis				73 1001	73 3050	73 6133
0,00 – 0,10	navážka – černošedý štěrk hlinitý, slabě soudržný, středně ulehlý				Y	3-4	I
0,10 – 1,60	navážka – světle hnědý jíł středně plastický, tuhý, s ojedinělými valouny štěrku a oj. úlomky betonu				Y	3	I
1,60 – 1,80	tmavohnědá hlína prachovitá, tuhá				F6	3	I
1,80 – 2,10	hnědá hlína prachovitá, tuhá				F6	3	I
2,10 – 4,80	světle hnědý jíł, středně plastický, tuhý, vápnitý, s ojedinělými pseudomycéliemi				F6-CI	3	I
4,80 – 5,50	dtto, méně plastický, tuhý až měkce tuhý				F6	3	I
5,50 – 6,50	dtto, měkce tuhý				F6	3	I
6,50 – 7,50	světle hnědý jíł, středně plastický, s ojedinělými valouny štěrku do 3 cm, tuhý (plastičtější) (cca 5 %)				F1	3	I
7,50 – 7,70	dtto, vyšší objem valounů do 15 %, tuhý				F1	3	I
7,70 – 8,00	hnědý jíł silně hrubozrně písčitý, štěrkovitý, tuhý – pevný				F1-MG	3	I
8,00 – 8,50	dtto, s valouny štěrku, pevný				F6xF1	3	I
8,50 – 9,00	hnědý, šedě smouhovaný jíł písčitý, pevný, obtížně vrtatelný				F6	3	I
	Bez vody						

UH-108		$y = 747\,763.38$	$x = 1\,032\,485.00$	$z = 309,28$			
metráž	popis				ČSN	ČSN	ČSN
					73 1001	73 3050	73 6133
0,00 – 0,30	ornice						
0,30 – 0,50	tmavohnědá hlína, slabě humózní, tuhá – pevná				F6	3	I
0,50 – 3,00	světle hnědá hlína sprašová, vápnitá (pseudomycélie), tuhá				F6-CI	3	I
3,00 – 5,50	světle hnědá hlína, středně plastická, tuhá, při bázi měkce tuhá				F6	3	I
5,50 – 6,00	dtto, plastičtější, tuhá				F6	3	I
6,00 – 6,50	hnědý jíl středně plastický, tuhý				F6	3	I
6,50 – 7,50	hnědý, světle hnědě smouhovaný jíl plastický, pevný, s oj. zrný hrubšího písku a valouny šterku do 1 cm				F6	3	I
7,50 – 9,00	eluvium slínovce - světle bělohnědý jíl středně plastický, silně vápnitý, tuhý, s oj. CaCO ₃ konkracemi				R5	3-4	I
	Bez vody						

Diplomová práce – Příloha 2

Popis: Účel monitorovací, indikační, sanační; číslo úkolu - J29 93 50 70;

Provedl: DOSTÁL, Dušan; KUČERA, M.;
TOMÁŠEK, Jiří; GMS a.s., Praha 7

Rok: 1993

M-1 308,49 m n.m. $y = 747\,717,57$ $x = 1\,032\,457,73$
0,00 – 0,60 m černohnědá ornice, tuhá, pevná
0,60 – 5,20 okrově hnědá spraš, tuhá, pevná, v zátecích karbonát
5,20 – 8,50 hnědorezavá hlína sprašová, silně písčité, pevná
8,50 – 10,7 světle zelenošedý slín, jemně písčité, vápnité konkrce
10,7 – 13,6 zelený a okrový slínovec, jemně písčité, lokálně prokřemenělý
13,6 – 14,3 tmavě zelený pískovec, vápnitý, jílovitý, glaukonitický, rozpadavý
14,3 – 15,4 světle zelenošedý pískovce, glaukonitický, vápnitý, hrubozrný,
konglomerátový, buližník ve valounech, max. velikost 1 cm
15,4 – 15,9 rezavě hnědý pískovec, jílovitý, rozpadavý
15,9 – 16,3 rezavě hnědý jílovec, slabě jemně písčité, lokálně železitý
16,3 – 16,7 šedý prachovec (siltovec, aleurolit), jílovitý, zuhelnatělé zbytky
rostlin v ostrohranných úlomcích
16,7 – 18,9 šedý prachovec (siltovec, aleurolit), písčité
18,9 – 19,2 světle šedý prachovec (siltovec, aleurolit), písčité, jílovitý, příměs:
zuhelnatělé zbytky rostlin, břidlice v ostrohranných úlomcích, max.
velikost 2 cm, příměs: buližník
19,2 – 20,1 eluvium, šedobílé, jílovité břidlicové
120,1 – 24,0 okrově bílá břidlice, jílovitá, rozpukaná, silně zvětralá
Podzemní voda ustálená – 14,58 m
Přepsáno z digitálního výstupu Geofondu Praha

Diplomová práce – Příloha 2

Popis: číslo úkolu - J29 93 50 70 - Závěrečná zpráva inženýrskogeologického, hydrogeologického a geofyzikálního průzkumu Úholičky - skládka

Provedl: DOSTÁL, Dušan; KUČERA, M.;
TOMÁŠEK, Jiří; GMS a.s., Praha 7

Rok: 1993

Dokumentace archívních sond

M2 299,55 m n.m. x = 1 032 674,51 y = 747 209,45

0,00 - 0,90 m tmavohnědá až černohnědá sprašová hlína, při povrchu zbytky kořínků rostlin

0,90 - 4,80 spraš, hnědookrové barvy, tuhá až pevná, hojné vápenité záteky

4,80 - 5,80 světle zelenošedý až šedobílý slín

5,80 - 7,00 světle zelenošedý pevný slín až slínovec s ojed. úlomky buližníků do max. vel. 3 mm, hloubkou 6,4 m počínaje s jemně písčitou příměsí

7,00 - 7,40 světle zelenošedý až rezavě hnědý písčítý slínovec s hojnou příměsí suboválných až subangulárních úlomků buližníků, břidlic a křemene (až 40 %) o velikosti průměrně 2 cm

7,40 - 8,90 světle šedozelený slínovec, písčítý, značně silicifikovaný s převážně suboválnými úl. hornin algonkia (do 10 %) o max. velikosti 1 cm

8,90 - 12,6 šedozelený pískovec, jemně až středně zrnitý, glaukonitický, slabě vápnitý, v úsecích 10,7 - 10,9 m, 11,3 - 11,75 m a 12,4 - 12,6 m značně silicifikovaný

12,6 - 13,2 rezavě hnědý až červenohnědý pískovec, železitý, slabě vápnitý s ojed. úlomky hornin algonkia o max. velikosti 5 mm při bázi

13,2 - 13,9 šedobílá kaolinicky zvětralá jílovitá břidlice se zřetelnou břidličnatostí a puklinatostí

13,9 - 17,5 světle okrová na puklinách červenohnědá jílovitá břidlice, značně zvětralá

17,5 - 21,0 černošedá, na puklinách rezavá jílovitá břidlice, zvětralá, zřetelně rozpadavá

Podzemní voda - 13,0 m od pažnice, 12,13 m od terénu (10/3 2006)

Název zakázky :	Úholičky – skládka	Y =	747 379,89
Zakázkové č. :	98 002	X =	1 032 638,77
Dokumentoval :	Milan Barth	Z =	303,42 (BPV)
Datum provedení :	leden 1998	Hladina podz. vody	naražená: -
Souprava / průměr :	UGB – 1 VS / 220 – 175 mm		ustálená: -

Hloubka [m] Od – do	Geologická dokumentace	ČSN	
		731001	733050
0,00 - 0,25	Hlína písčítá , pevná, tmavě hnědá, humózní – ornice	F3/MS	1.
0,25 - 0,75	Hlína písčítá , pevná, tmavě hnědá, slabě humózní – podorničí	F3/MS	1.
0,75 - 1,00	Jíl , tuhý až pevný, hnědý, s ojedinělými zrnky křemene a rostlinnými zbytky	F6/CI	2.
1,00 - 3,80	Jíl pevný, béžový, bíle žilkovaný, vápnitý, s ojedinělými cicváry – spraš	F6/CI	3.
3,80 - 5,00	Jíl pevný, hnědý, místy bíle žilkovaný a kropenatý, vápnitý, s vybělenými opracovanými úlomky slínovce o velikosti až 3cm – kapesní penetrace 400 - 450 kPa	F6/CI	3.
5,00 - 6,40	Jíl pevný, světle hnědý, béžově žilkovaný s písčítými polohami a ojedinělými úlomky slínovce o velikosti kolem 3 cm, od hloubky 5,40 m písčité polohy – kapesní penetrace – 400 – 500 kPa	F6/CI	3.
6,40 - 7,30	Slínovec rozložený, charakteru jílu tuhého až pevného, světle hnědého, béžově smouhovaného, s cca 10 - 15% obsahem částečně opracovaných úlomků slínovce o velikosti do 5 cm – kapesní penetrace 300 – 350 kPa	R6 F6/CI	3.
7,30 - 9,60	Slínovec silně zvětralý až rozložený, hnědošedý, rezavě smouhovaný, rozpadavý na jíl pevné až tvrdé konzistence a drť	R5	3.-4.
9,60 - 10,00	Slínovec zvětralý, šedohnědý, pevný, úlomkovitě rozpadavý, velikost úlomků kolem 5 cm	R5	4.

Diplomová práce – Příloha 2

Popis: J1; Úholičky, čistírna odpadních vod, inženýrsko-geologický průzkum

Provedl: PAŠEK, Jaroslav; Inženýrsko-geologický průzkum a konzultace J. Pašek, Praha

Rok: 1995

J1 x = 33635, y = 47098, z = 22,90 (Poloha odečtena z mapy 1:200)		těžitelnost ČSN 73 3050 třída
0,0 - 0,6 m	navážka - hlína se škvárou a úlomky cihel a příměsí popele	3
- 0,7 m	ostrohenné úlomky zelenošedé břidlice do Ø 100 mm (sut)	3
- 1,6 m	světelnědá hlína povodnová, tuhá, místy až měkká, s hojnou organickou příměsí (tmavé smouhování), na spodu úlomky břidlice do Ø 150 mm	3
- 2,3 m	šedozelený písčitochlinitý štěrk s úlomky břidlice, 40 až 50 % valounků a úlomků do Ø 10 mm	3
- 2,6 m	písčitojílovitá hlína, hnilokalová, měkká až kašovitá, s ojed. opracovanými úlomky břidlice do Ø 50 mm	4
- 2,8 m	jílovitopísčité štěrk (40 % do Ø 20 mm)	3
- 3,2 m	střídání písčitého štěrku a jílovité hlíny měkké konzistence	3
- 3,7 m	světelnědá hlína tuhá s organickou příměsí	3
- 4,1 m	rezavěhnědý jílovitopísčité štěrk (40 až 50 % do Ø 20 mm) s valouny břidlice a křemene do Ø 50 až 100 mm	4
- 5,4 m	ostrohenné úlomky do 100 mm šedé a šedozelené břidlice silně až mírně zvětralé, s příměsí hlíny (sutě ?)	4
- 6,0 m	světelnědá hlína tuhá s organickou příměsí, s úlomky břidlice	3
- 7,1 m	střídání písčitého štěrku a jílovité hlíny, tuhé až měkké	4
- 8,5 m	šedozelené břidlice mírně zvětralé, rozpukané, skelet úlomků	4-5

Voda naražena v hloubce 2,7 m, po ukončení vrtání 4,2 m. Odebrán vzorek vody.

Diplomová práce – Příloha 2

Popis: Úholičky - areál fy JENA s.r.o. - dostavba kompostárny, inženýrskogeologický průzkum

Provedl: DVOŘÁK, Pavel

Rok: 2005

DOKUMENTACE SONDY K 7

kóta terénu: 317,9 m n.m.

souřadnice: y 748 284,7
x 1 032 482,0

Nadm. výška	Hloubka (m)	Popis zeminy - horniny	Konsist. Ulehlost	Op (kPa)	ČSN 731001	ČSN 733050
317,4	0,0 - 0,5	hlína se střední plasticitou, humózní, tmavě hnědá, jemně písčitá, s ojedinělými úlomky a balvany drob do 5-10, resp. 30 cm hl. 0,1 m Op 180 kPa hl. 0,2 m Op 240 kPa hl. 0,3 m Op 280 kPa hl. 0,4 m Op 340 kPa	tuhá až pevná	280-340	F5-MIO	2
315,9	0,5 - 2,0	hlína sprašová, světle hnědá, bělavě žilkovaná, charakteru nízkoplasticitního jílu s ojedinělými Ca konkrémi do vel. 2 cm hl. 0,6 m Op 400 kPa hl. 0,7 m Op 340 kPa hl. 0,8 m Op 300 kPa hl. 0,9 m Op 280 kPa hl. 1,0 m Op 260 kPa hl. 1,1 m Op 200 kPa hl. 1,2 m Op 180 kPa hl. 1,4 m Op 140 kPa hl. 1,6 m Op 150 kPa hl. 1,7 m Op 140 kPa hl. 1,8 m Op 120 kPa	pevná až tuhá	400-120	F6-CL	2-3
315,4	2,0 - 2,5	hloubeno maloprofilovým vpichem sprašová hlína (dtto výše) hl. 2,0 - 2,5 m Op 120 kPa	tuhá	120	F6-CL	2

Podzemní voda nezastižena

Diplomová práce – Příloha 2

Popis: LZ 16; Závěrečná zpráva Libčice. SUROVINA-cihlářská hlína.; vyhledávací průzkum, výpočet zásob, technologie nerostných surovin

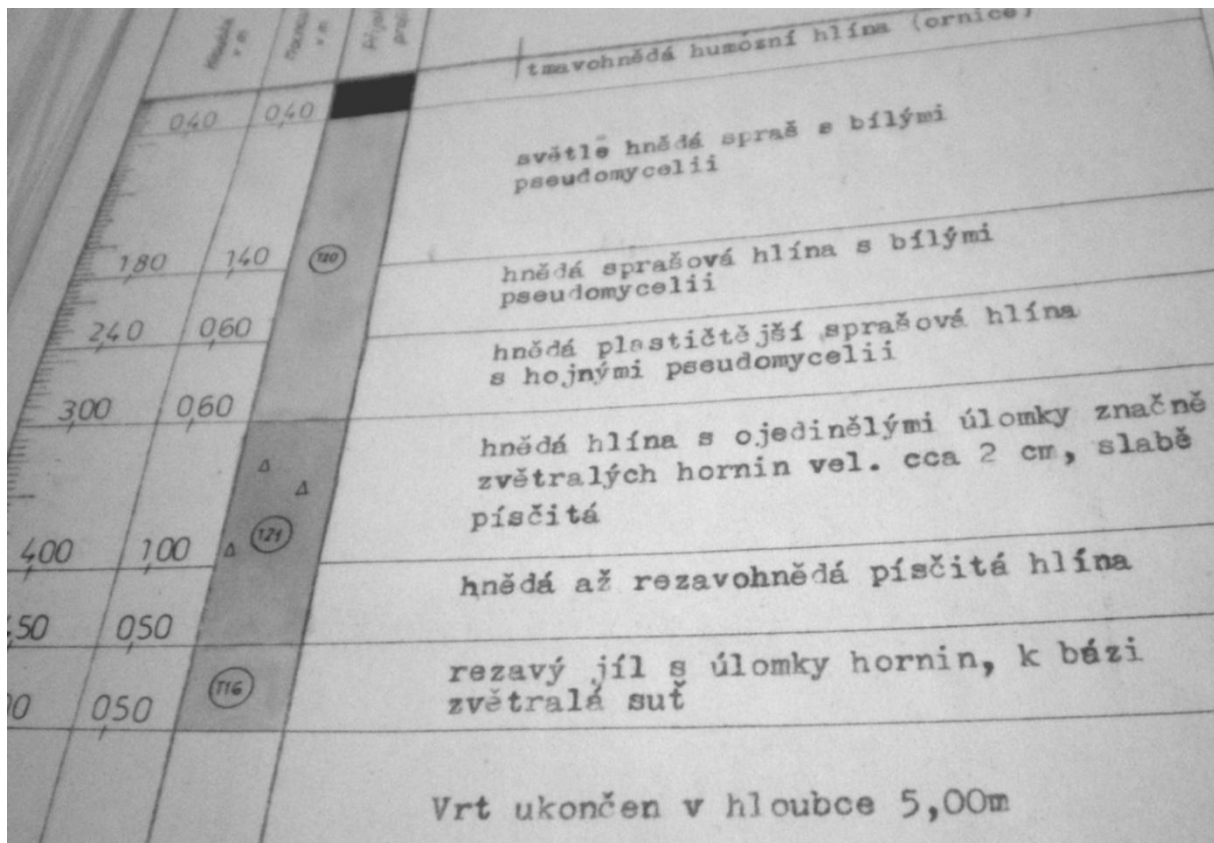
Provedl: ČECHOVÁ, M.; Geindustria, Praha

Rok: 1973

Souřadnicový systém: JTSK

x= 1032276,5

y= 746816,8



Diplomová práce – Příloha 2

Popis: LZ 18; Závěrečná zpráva Libčice. SUROVINA-cihlářská hlína.; vyhledávací průzkum, výpočet zásob, technologie nerostných surovin

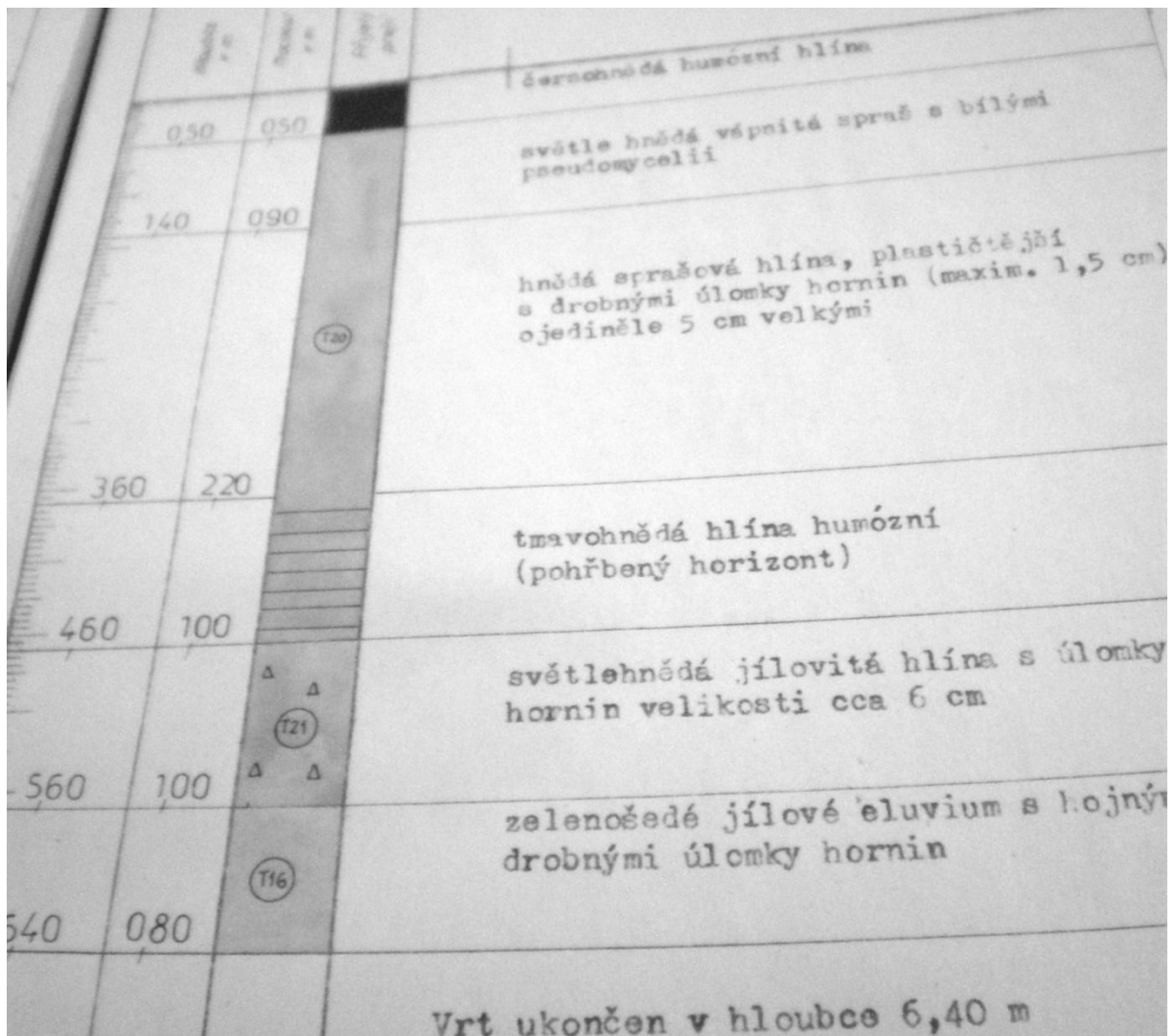
Provedl: ČECHOVÁ, M.; Geoindustria, Praha

Rok: 1973

Souřadnicový systém: JTSK

x= 1032284,2

y= 746722,6



Diplomová práce – Příloha 2

Popis: LU 32; Závěrečná zpráva Libčice. SUROVINA-cihlářská hlína.; vyhledávací průzkum, výpočet zásob, technologie nerostných surovin

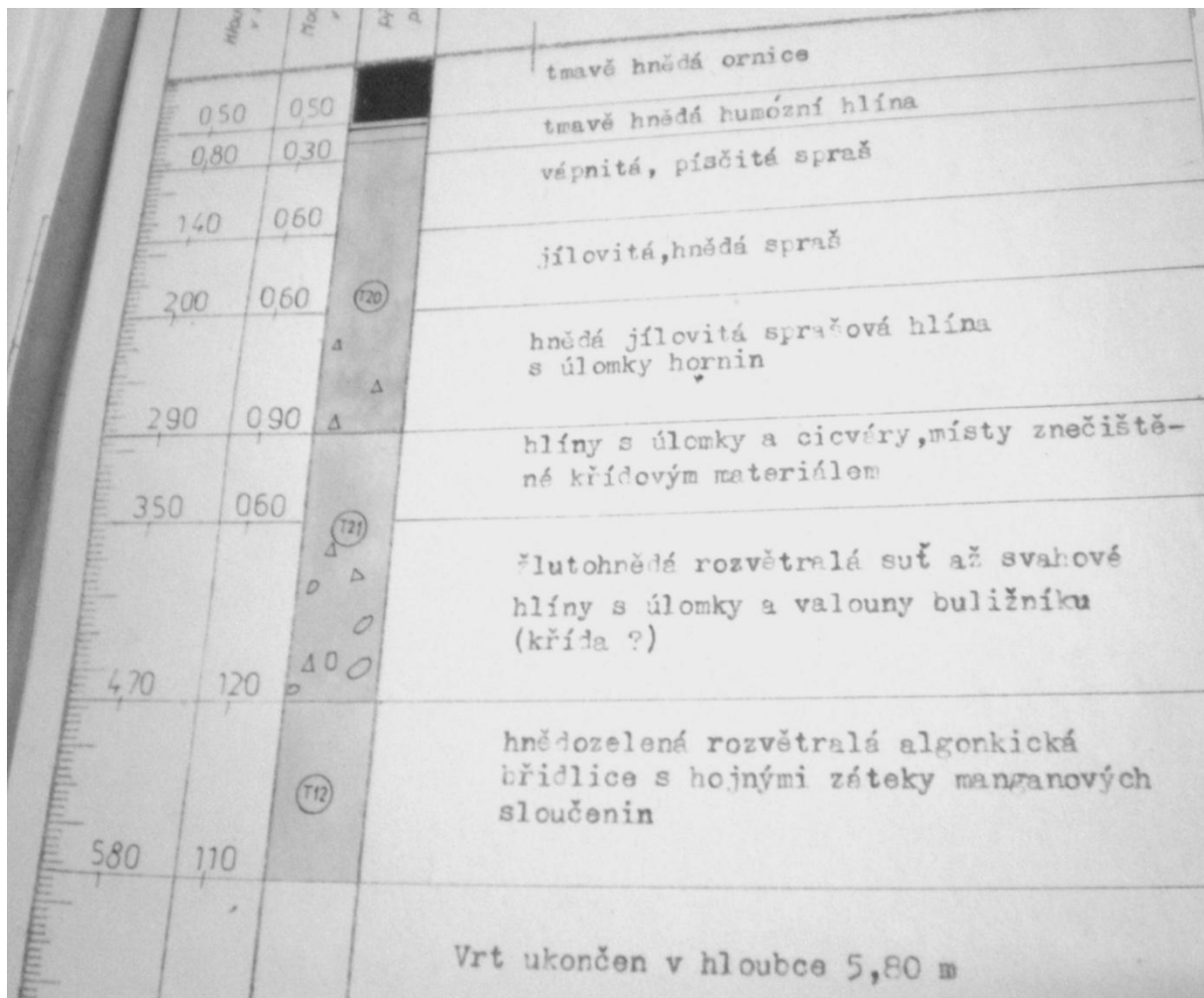
Provedl: ČECHOVÁ, M.; Geindustria, Praha

Rok: 1973

Souřadnicový systém: JTSK

x= 1033072

y= 748141,3



Diplomová práce – Příloha 2

Popis: LU 36; Závěrečná zpráva Libčice. SUROVINA-cihlářská hlína.; vyhledávací průzkum, výpočet zásob, technologie nerostných surovin

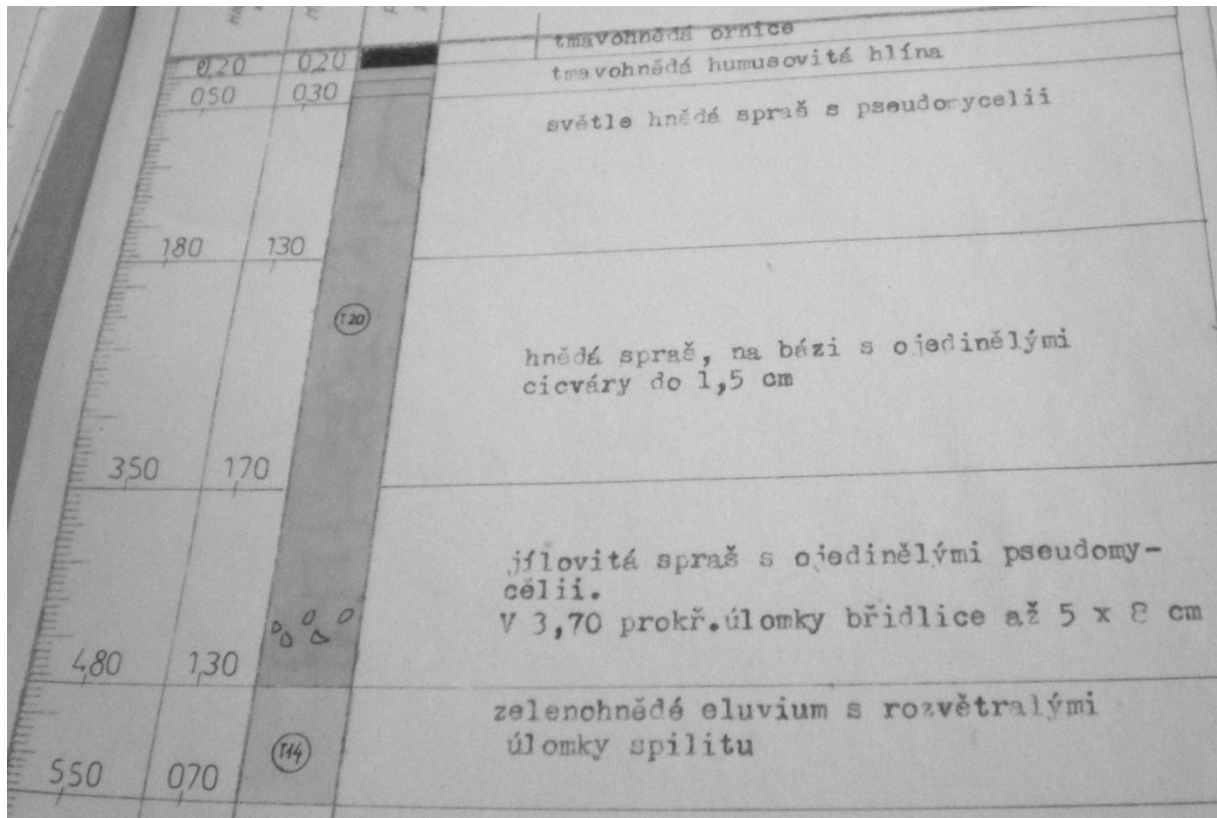
Provedl: ČECHOVÁ, M.; Geindustria, Praha

Rok: 1973

Souřadnicový systém: JTSK

x= 1033451,8

y= 748370,3



Diplomová práce – Příloha 2	
Popis: K 1(kopaná sonda); Skládka Úholičky, geotechnický průzkum	
Provedl: MORIC, Petr; Pöyry Environment a.s., Brno	Rok: 2010
Souřadnicový systém: JTSK	
x= 1033033	y= 747676

K1 (325,93) ve vrcholové části deponie D1

0,00 - 0,50 m hnědý jíl tvrdý - promrzlý

0,50 - 3,50 hnědý jíl prachovitý, plastický, vápnitý - s cicváry, konzistence

F6-CI 3

Bez vody

Diplomová práce – Příloha 2	
Popis: K 4 (kopaná sonda); Skládka Úholičky, geotechnický průzkum	
Provedl: MORIC, Petr; Pöyry Environment a.s., Brno	Rok: 2010
Souřadnicový systém: JTSK	
x= 1032970.85	y= 747636.95

K4 (317,05) deponie D2

0,00 - 0,30 m silně prokořeněná hlína jílovitá, měkká 3

0,30 - 2,00 světlehnědý jíl prachovitý s mezivrstvami silně vápnitými, měkce

tuhý 3

2,00 - 4,00 hnědý jíl plastický, pevný - vylamuje se v hroudách. Přimísены jsou kameny - balvany pískovce, zbytky hader

F6-C1

Bez vody