

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra biotechnických úprav krajiny



**Návrh odvodnění rekultivace vnitřní výsypky
Vršany (Most)**

Draft of drainage reclamation internal dump Vršany (Most)

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Jakub Štibinger, CSc.

Autorka práce: Bc. Michaela Bauerová

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Michaela Bauerová

Regionální environmentální správa

Název práce

Návrh odvodnění rekultivace vnitřní výsypky Vršovice

Název anglicky

Draft of drainage reclamation internal dump Vršovice

Cíle práce

Cílem práce je zjištění metod využívaných při odvodňování území po hlubinné těžbě a návrh odvodnění vybrané vnitřní výsypky.

Metodika

V první řadě prostudujeme základní literaturu, a provedeme literární rešerši v oblasti odvodňování a rekultivací.

Dalším krokem je nalezení vhodné lokality a kontaktovat příslušné zodpovědné osoby, které mohou poskytnout informace nezbytné k vypracování diplomové práce.

V praktické části se budeme zabývat vymezením zájmového území, přírodními poměry, klimatickými poměry a historií samotné vnitřní výsypky.

V další části popíšeme konkrétní návrhy odvodnění, které se na zájmovém území již na vnitřní výsypce navrhly.

Dále bude předložen vlastní návrh řešení odvodnění, který bude doplněn o výpočty, tabulky a mapy.

V diskuzi se budem zabývat zhodnocením návrhu popřípadě další variantou velikosti odvodnění.

Doporučený rozsah práce

40 – 60 stran + tabulky, grafy, mapy, obrázky

Klíčová slova

drenážní systém, výsypka, rekultivace

Doporučené zdroje informací

Holý M. a kol., 1984: Odvodňovací stavby. SNTL, Praha.

MZe ČR., 1995: Voda v krajině – Odvodnění. Mze ČR, Praha.

Štibinger J., Kulhavý Z., 2010: Úpravy vodního režimu půd odvodněním. ČZU v Praze, VÚMOP, v.v.i., Praha.

Štýs S.: Rekultivace území devastovaných těžbou nerostů, Účelová neperiodická publikace odboru

Ministerstva životního prostředí České republiky, Informační publikace č.3/1990

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Ing. Jakub Štibinger, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra biotechnických úprav krajiny

Konzultant

ing. Novotný

Elektronicky schváleno dne 18. 4. 2017

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 18. 4. 2017

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 18. 04. 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: „Návrh odvodnění rekultivace vnitřní výsypky Vršany (Most)“ vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Jakuba Štibingera, CSc. a použila jsem jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury. Dále prohlašuji, že elektronická forma této práce je shodná s formou tištěnou a nemám námitek proti půjčování nebo zveřejňování mé diplomové práce nebo jejích částí se souhlasem katedry.

V Praze, dne.....

.....

Bc. Michaela Bauerová

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat zejména svému vedoucímu diplomové práce, doc. Ing. Jakobovi Štibingerovi, CSc., za jeho cenné odborné rady, trpělivost a pomoc při sestavování práce. Dále pak své rodině za morální pomoc, toleranci a nenahraditelný druhý pohled na věc. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat panu Ing. Oldřichu Novotnému za poskytnutí dokumentace a za odborné rady.

V Praze, dne.....

.....

Bc. Michaela Bauerová

Návrh rekultivace odvodnění vnitřní výsypky Vršany (Most)

Abstrakt:

Cílem této diplomové práce je vytvoření odvodňovacích opatření pro vnitřní výsypku, ze které se sesunula půda. Úvodní část diplomové práce je zaměřena především na teorii, která je důležitá pro pochopení problematiky. Jedná se o popsání rekultivací, výsypek, odvodnění a jeho rozdělení. Poslední teoretickou kapitolou je popis druhů drenáží a jejich parametry. V praktické části diplomová práce popisuje zájmové území a seznamuje čtenáře s podmínkami, které jsou nutné pro výpočet nápravných opatření. Jedná se zejména o geologické a hydrologické poměry, historii a klimatické podmínky území. Dále jsou rozebrány návrhy řešení, která byla realizována, nebo pouze navržena. Hlavní částí práce je navržení a spočítání nového plánu odvodnění, který bude dimenzovaný až pro 200 leté vody.

Klíčová slova: Rekultivace, výsypka, drenáže

Draft of drainage reclamation internal dump Vršany (Most)

Abstract:

The aim of this thesis is to establish corrective actions for the part of the dump, which caused to landslide. The introduction part is focused on the theory that reader need to know for understand problematics. It is description of reclamation, dumps, drainage and their distribution. The last theoretical chapter is a description of the types of drains. The practical part of thesis describes the area of interests and showing to reader with condition that are necessary for the calculation of corrective measures. These include geological and hydrological conditions, history and climatic conditions of the territory. There are also analyzed proposed solutions that have been implemented or only suggested. The main part of this work is to propose and count a new plan for drainage which is counted up to 200 year flood.

Keywords: Reclamation, dump, drainage

Obsah

1	Úvod.....	1
1.1	Cíle a metodika práce	2
2	Literární rešerše.....	3
2.1	Rekultivace	3
2.1.1	Fáze rekultivací	3
2.1.2	Způsoby rekultivací.....	6
2.2	Výsypky.....	10
2.2.1	Způsoby využití území výsypek.....	11
2.3	Odvodnění, historie odvodnění	12
2.4	Druhy odvodnění	13
2.4.1	Hlavní odvodňovací zařízení	13
2.4.2	Podrobné odvodňovací zařízení	14
2.4.3	Ojedinelá (sporadická drenáž).....	15
2.4.4	Záchytné příkopy a drény.....	15
2.4.5	Opatření ke snížení tlaku podzemní vody s napjatou hladinou	16
2.4.6	Dvouetážová drenáž	17
2.4.7	Krtčí drenáž.....	17
2.4.8	Štěrbinová drenáž.....	18
2.4.9	Ochranná drenáž.....	18
2.4.10	Víceúčelové drenážní systémy.....	18
2.5	Základní navrhované parametry systematické trubkové drenáže.....	18
2.5.1	Svodné drény.....	20
2.5.2	Sběrné drény.....	21
3	Praktická část	22
3.1	Charakteristika zájmového území	22
3.1.1	Vymezení zájmového území	22
3.1.2	Geologické poměry řešeného území	24
3.1.3	Hydrologické poměry zájmového území	26
3.1.4	Klimatické podmínky	27
3.1.5	Historie lomu Vršany	27

3.1.6	Vnitřní výsypka Šverma.....	28
3.2	Původní návrhy odvodnění DŠJ vnitřní výsypky 17. část II. Etapa.....	29
3.2.1	První návrh odvodnění 2014.....	29
3.2.2	Druhý návrh odvodnění 2015 / 2016	33
3.3	Vlastní návrh odvodnění vnitřní výsypky DJŠ 17. část, II. Etapa.....	35
3.3.1	Mapové výstupy návrhu odvodnění.....	36
3.3.2	Určení průtoku příkopu.....	39
3.3.3	Určení průtoku povrchů	40
3.3.4	Srovnání průtoků příkopu a povrchů.....	43
3.3.5	Výpočet kamenných drénů.....	43
3.3.6	Výpočet celkového odvedení vody z výsypky.....	45
4	Diskuze.....	47
5	Závěr	48
6	Použitá literatura:	49
7	Seznam obrázků	52
8	Seznam tabulek	53
9	Seznam příloh.....	54

1 Úvod

Vzhledem ke stálé těžbě nerostných surovin je problematika rekultivací nezbytnou součástí procesu těžby. Již na začátku plánování těžby se musí počítat s pozdější rekultivací území, které přijde po ukončení těžby. Jednou z částí rekultivací je nakládání s povrchovou a podpovrchovou vodou. Bohužel někdy se stane, že oblast je velmi podmáčena a dojde k neočekávanému sesuvu půdy v oblasti.

Právě tomuto případu se věnuje tato diplomová práce, která popisuje dění na vnitřní výsypce, kdy volba špatného odvodnění vedla k sesuvu. Nutno podotknout, že již při prvním návrhu bylo počítáno s možností sesuvu, kdy tato situace později opravdu nastala. Tato práce se pokusí vysvětlit problematiku a přijít s nápravným opatřením již nastalé situace.

1.1 Cíle a metodika práce

Cílem této práce je nejprve popsat problematiku rekultivací a zejména jejich odvodnění. Dále popsat co jsou to drény a vysvětlit jejich rozdělení. Po seznámení se základní teorií práce přechází ke konkrétní výsypce, která se nachází ve Vršanech v Ústeckém kraji. Tato oblast je známá zejména těžbou hnědého uhlí. Tato výsypka leží mezi výsypkou Šverna a Vršany, které se nachází u nedalekého města Most. Je nutné se nejprve seznámit s výsypkou, její historií, místními poměry a podmínkami.

Protože se práce zabývá odvodněním výsypky, tak je nutné popsat a rozebrat předešlé návrhy, jak byla voda odváděna z oblasti. Je potřeba popsat oba návrhy, jak návrh první, který nebyl realizován, tak druhý návrh, jež realizován byl.

V poslední části se práce zaměřuje na vlastní návrh odvodnění, kde je hlavním cílem vypočítat jestli mnou navržený příkop bude dostatečný pro odvodnění povrchové i podpovrchové vody z oblasti. A zároveň se zamyslet nad správnou velikostí příkopu.

2 Literární rešerše

2.1 Rekultivace

Definici rekultivace nalezneme v zákoně o ochraně zemědělského půdního fondu č.334/1992 a to, že se jedná o proces, jehož úkolem je docílit, aby plochy dotčené jinou činností se staly opět způsobilé k dalšímu využití v krajině. Žádné území nemůže mít stejně dobré podmínky jako před rekultivací, vhodně zvolenými zásahy však můžeme vytvořit krajinu s příhodnějšími podmínkami pro rozvoj života zvířectva a rozvoji zeleně. Rekultivovaná krajina by měla být po zásahu životaschopná.

Vlastnosti, které by měla rekultivovaná lokalita vykazovat (Štýs 1990):

- Ekologická rovnováha
- Obnovená schopnost produkce
- Estetická a rekreační uzpůsobenost
- Zdravotní nezávadnost

Způsob rekultivace je v první řadě volen podle technologie těžby a v druhé řadě na umístění lomu. Již v počátku projektu dobývání ložisek se musí počítat s rekultivací a musí být vyhotoven plán budoucí rekultivace. Je tedy důležitá představa, jak by mělo určené místo v budoucnosti vypadat.

2.1.1 Fáze rekultivací

U rekultivace je velmi důležité se soustředit na obecné rozdělení jejich fází a to na přípravnou, technickou a biotechnickou, kdy se nejprve v technické selektivně odstraní nadložní půdy a připraví se pro fázi biotechnickou. Dle kvality se svrchní půdy ukládají poblíž ložiska těžby, aby po vytěžení byly připraveny na rekultivaci a nebyly znehodnoceny. Ta se po ukončení těžby rozmístí po území, které bylo vytěženo. Poté nastane fáze biotechnická, která je konečnou fází rekultivačních prací, kdy se vysadí zeleň na připravené plochy. Biotechnická rekultivace se dále

může dělit dle způsobů na lesnickou, vodohospodářskou a zemědělskou. Toto rozdělení je podle budoucího využití krajiny.

2.1.1.1 Přípravná fáze rekultivace

Jedná se o první fázi rekultivace, která je vyhotovena před projektem a probíhá během průzkumu ložisek, jako projektové, průzkumné a koncepční činnosti. Má zejména preventivní a optimalizační funkci, proto řeší i podmínky dobývání ložiska (Štýs, 1981). Před začátkem rekultivace se provádí v místě těžby i v okolí biologický průzkum. V okolí těžby by se mělo ponechat co největší množství přirozených nebo polopřirozených stanovišť (Řehounek, 2010a).

2.1.1.2 Důlně-technická fáze rekultivace

Také se jedná o preventivní fázi, kdy se vytváří optimální podmínky pro další fázi (Svoboda, 2002). Jedním z faktorů, který hraje roli při napojení na okolí po vytěžení, je způsob a typ suroviny, která byla před ukončením činnosti těžena. Typ těžby ovlivní například slon, úpravu stěn nebo následnou úpravu povrchu. Tímto může být ovlivněna rychlost obnovy vegetace do volné niky (Wagnerová, 2006). Při provádění těžebního, stavebního či průmyslového zásahu se musíme řídit zásadami pro ochranu ZPF, především:

- Svrchní kulturní část půdy nebo popřípadě i hlubší úrodné zeminy uskladnit, tak aby se půda později mohla využít při rekultivacích, nebo odvézt zeminu na plochu určenou pro odvoz orgánem ZPF,
- Veškeré povrchové práce provádět tak, aby tvarem, vodními poměry nebo uložením zeminy byly přípravou pro nadcházející rekultivaci, pokud je rekultivace dále v plánu,
- Uskladňovat odklizové zeminy do vytěžených oblastí, popřípadě pokud to není možné, umístit je v prostorech, které byly za tímto účelem vyřazeny ze ZPF,
- Postupovat při následné rekultivaci dle plánů a to tak, aby byly schopné plnit svou funkci v krajině (Zákon č. 334/1992 Sb.)

2.1.1.3 Biotechnická fáze rekultivace

V této fázi dochází ke zlepšování ekologických vlastností území určených k rekultivaci (Štýs, 1981). V biotechnické fázi je možné provést tři skupiny prací a to lesnickou, zemědělskou a rekreační.

2.1.1.3.1 Technická

Technická rekultivace zajišťuje ochranu půdy před abrazi, stabilitu svahu, využití vody spolu s odvedením do recipientů, zpřístupnění vybraných míst pro lidi a mechanické stroje, přizpůsobení vlastností zemin aj. (Sklenička, 2003)

Technickými úpravami se vytváří rovné či zvlněné plochy na vrcholcích těles. Dále jsou budovány terasy spolu s odvodňovacími kanály, které zmírňují svahy výsypek a zároveň slouží jako opatření proti možným sesuvům půdy. Stěnové lomy jsou pomocí technických úprav zahlasovány, srovnávají se do mírných sklonů. Tímto způsobem jsou upravovány prohlubně, ve kterých je zadržována voda nebo plochy, na nichž se vyskytují pionýrské byliny, dřeviny nebo vzácné houby. V puklinách či převisech hnízdí ptactvo, pro které je takové prostředí ideální. Největším nedostatkem technických rekultivací je pak extrémní zásah do vzhledu a funkce krajiny. Dalším nedostatkem je devastace biotopů, které byly na lokalitách před zahájením těžby a započítáním rekultivací. Náklady na technickou rekultivaci jsou odhadovány na 300 – 800 tisíc Kč/ha (Gremlica et al., 2011).

2.1.1.3.2 Biologická

Hlavním účelem biologické rekultivace je použít taková opatření, aby na řešeném území vznikala vývojová stadia jako je klimax, disklimax nebo edafický klimax. Biologická rekultivace je konečná fáze po těžbě (Sklenička, 2003). U zemědělské rekultivace se využívají agrotechnická opatření a zakládají se nové kultury. V případě lesnické rekultivace se jedná zejména o lesnické práce se zakládáním kultur (Štýs, 1990).

Na volbu rekultivace má vliv sklonitost daného svahu. Na pozemcích se sklonem do 8° bývají zakládány ovocné sady, vinice a orná půda. Při sklonitosti od 8-12° se zakládají dočasné pastviny a louky, trvalé pastviny na lokalitách o sklonitosti 12 až 20°. Svahy na výsypkách o sklonu 20 až 30° jsou většinou

zalesňovány. Při sklonu nad 30° je jich zalesnění nutné jakožto půdoochranná fáze (Štýs et al., 1981).

Biologická rekultivace je důležitá zejména v raném období rekultivací. Je založená na správné volbě lesnických dřevin a zemědělských plodin, které nejsou náročné na podmínky na daném stanovišti. Tyto rostliny dokáží přežít na stanovištích s nepříznivým tedy nízkým pH, jsou odolné vůči suchu, toxickému hliníku, těžkým kovům a přežívají i v zasolené půdě. Jsou vystaveny osmotickému stresu. Dokáží čelit dočasnému zamokření, přežít vysoké teploty, přechod kořenového systému do další vrstvy a maximálně využít minimum živin. Druhy rostlin, které splňují dané vlastnosti, jsou výnosově stabilní a na lokalitě udržují stejný výnos (Bláha a Sixta, 1991).

Na biotechnickou fázi ještě může navazovat fáze post-rekultivační, ve které se už řeší zvláštní úkoly a opatření (Štýs, 1981).

2.1.2 Způsoby rekultivací

Jak již bylo zmiňováno výše, existuje několik způsobů rekultivací. Těmi nejčastějšími jsou zemědělské, lesnické a vodohospodářské, které jsou popsány níže. U ostatních způsobů se může jednat například o mokřadové plochy, komunikace a další.

2.1.2.1 Zemědělské způsoby rekultivací

Jedná se o proces výsadby zemědělských plodin na předpřipravených plochách. Může jít i o vytvoření luk, pastvin, ovocných sadů, či vinogradů. Půda se připraví, tak aby bylo zajištěno dostatečně hlubokého a propustného vegetačního profilu s dostatkem vody a vzduchu v půdě. Zemědělská rekultivace se liší dle technologického postupu. Výsledkem může být orná půda, vinice, ovocné sady, trvalé travní porosty aj. (Gremlica et al., 2011)

Zemědělskou rekultivaci můžeme rozdělit na dva hlavní postupy a to na rekultivaci přímou a nepřímou. Rekultivace přímá je dnes již okrajovou záležitostí. Rekultivace nepřímá funguje na principu vrstvení výsypek ornici nebo dobře zúrodnitelnými zeminami jako jsou spraše či sprašové hlíny (Lhotský, 1994b). Podle

Dimitrovského 1999 se volí mezi přímou a nepřímou rekultivací na základě primární potenciální úrodnosti rekultivovaných substrátů. Tato úrodnost je závislá na hloubce výskytu v nadložní vrstvě.

Meliorační postupy se mohou lišit v závislosti na období, kdy jsou prováděny (Jonáš, 1961). Tyto postupy jsou prováděny za účelem vytvoření sterilních výsypkových zemin, které jsou schopny se účastnit půdotvorného procesu (Patejdl, 1974). Při rekultivacích se osevní postupy provádí v období 2 a 6 let. V prvních letech se používají postupy s využitím jetelovin a víceletých trav. Zemědělské rekultivace se provádějí po navezení a urovnání organické hmoty. Dále pokračuje orba, vláčení, smykování, síje přípravných plodin, zaorání, hnojení a v poslední řadě zatravnění pozemků nebo pěstování tzv. cílových plodin (Gremlica et al., 2011).

Přímá agrotechnická rekultivace využívá průkopnické plodiny s hustou kořenovou hmotou, která je významná při obnově půdy jakožto humusotvorná látka (Helešicová, 1992). Mezi notně tolerantní dřeviny zemědělských plodin řadíme např. srhu laločnatou (*Dactylis glomerata*), ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), jílek anglický (*Lolium perenne*), bojínek luční (*Phleum pratense*) aj.. Tyto travní porosty a částečně také porosty víceletých píceňin jsou vhodné i z hlediska půdoochranného, vodohospodářského i vůči vztahu ke klimatickým funkcím. U vodohospodářské a půdoochranné funkce záleží na pokrytí a prokořenění půdy, čímž se lépe infiltruje srážková voda a přispívá k snížení erozního sesuvu. U výsypek a odvalů se obvykle kvůli sklonu území trvale zatravněje nebo zalesňuje. Popřípadě, při vhodném klimatu mohou být výsypky a odvaly využity ovocnářsky nebo svahovými vinohrady (Štýs et al., 1981). Aby byla ovocnářská rekultivace úspěšná, volíme kvalitní ornice o mocnosti 50 a více (Dimitrovský, 1999). Při vinohradnickém typu rekultivace, která se používá na svazích s velkým sklonem, musí být celé území zabezpečeno proti sesuvům z hlediska stability i vodní eroze (Štýs, 1990).

Následky velkoplošných úprav jsou velké zemědělské pozemky, které jsou nedostatečně rozděleny či doplňovány ekostabilizačními prvky. Tyto ekostabilizační prvky slouží jako skladební součásti územních systému ekologické stability lokálního významu. Náklady na zemědělskou rekultivaci se vyčísľují od 100 do 300 tisíc Kč/ha (Gremlica et al. 2011).

2.1.2.2 Lesnické způsoby rekultivací

Pro území zdevastovaných těžbou nerostných surovin jsou nejvýznačnějším způsobem rekultivací právě ty lesnické. Ze zákona číslo 289/1995 Sb. jsou lesní porosty vznikající po rekultivacích označovány jako lesy zvláštního určení. Výhodou lesnického způsobu rekultivací je, že lesní porosty mají kladný vliv na zalesněnou plochu a své okolí. Další výhodou je vyžadovaná kvalita pro tento způsob rekultivace, kdy není nutné mít, tak dobré podmínky, jako pro zemědělský způsob. Zároveň les plní funkci ochrany hydrické, protierozivní, stabilizační, hygienické, asanační, klimatické, rekreační a jiné složky krajiny (Špiřík, 1994).

Při lesnických rekultivacích musíme správně zvolit budoucí základní druhovou skladbu a to s ohledem k podmínkám na daném stanovišti (Bejček et al., 2003). Dále také správně upravit plochy určené k výsadbě, zajistit biologicky vhodný materiál a následnou péči o již založené kultury (Štýs, 1995). Z ekologického hlediska jsou nejúčinnější lesy přirozené. U lesnické rekultivace volíme v první řadě dřeviny, které byly v dané lokalitě původní, tudíž odpovídají domácímu genofondu (Štýs, 1990). Naopak se nedoporučuje volit cizokrajné dřeviny, které by mohli ovlivnit strukturu a funkci daného ekosystému (Richardson et al., 2000). Na začátku lesnické rekultivace se používají spíše ekologicky odolnější a zároveň nenáročné dřeviny jako jsou topoly, bříza, olše nebo akát. Postupně se však přechází k náročnějším a hospodářsky přínosnějším dřevinám jako je jasan, lípa, javor a dub (Bejček et al., 2003). U jehličnatých dřevin se k rekultivacím využívá zejména modřín, na sušších místech je to pak borovice lesní. Z keřů se hodí zejména zob obecný (Svoboda, 2006). Severočeská hnědouhelná pánev využívá jakožto přípravné dřeviny například tyto: osika (*Populus tremola*), ptačí zob (*Ligustrum*), akát (*Robinia pseudoacacia*) nebo bez černý (*Sambucus nigra*). Z pomocných dřevin se používají zejména lípa (*Tilia*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), vrby (*Salix callianth*, *S. caprea*, *S. purpurea*) aj. (Štýs, 1995). Vliv na lesnickou rekultivaci má také rozmístění dřevin. Dřevinná skladba je vždy tvořena jednou hlavní dřevinou a několika dalšími druhy pomocných dřevin. Postupně se na území redukuje pomocné dřeviny a dochází k fázi smíšeného porostu s barvitým horizontálním i vertikálním druhovým členěním (Špiřík, 1992). V tabulce je uvedeno vzorové rozmístění skupinové výsadby na výsypce:

Typ terénu	skupina	Hlavní dřevina	Pomocná dřevina	keře
Roviny, severní a západní svahy	1	jasan	olše lepkavá a šedá, bříza	zimolez
	2	borovice	jeřáb, lípa	ptačí zob, bez černý, svida
	3	javor mléč	olše lepkavá a šedá, jeřába	
	4	dub červený	jeřáb, hloh	
Jihozápadní svahy	1	jasan	jeřáb, olše šedá, osika	
	2	borovice	jeřáb, lípa	
	3	javor-klen	jeřáb, javor jasanolistý	
	4	dub letní, zimní	osika, hloh, lípa	zimolez, ptačí zob
Jihovýchodní svahy	1	jasan	olše šedá, bříza, javor jasanolistý	brslen
	2	javor mléč	Jeřáb, olše lepkavá	
	3	dub červený, letní, zimní	Jeřáb, mahalebka	
Vlhké lokality	olše lepkavá		Vrba, topol	

Tab. č. 1.- Vzorové rozmístění skupinové výsadby na výsypce (Špiřík, 1992)

2.1.2.3 Vodohospodářské způsoby rekultivací

Vodohospodářské rekultivace jsou důležitým prvkem z krajnotvorného hlediska. Provádí se zejména s účelem úpravy vodního režimu rekultivovaných ploch. Hlavní funkcí je odvádění a akumulace vody, čímž přispívá ke zrychlení revitalizace území. Jakožto technická opatření se používají průlehy, odvodňovací žebra, příkopy, retenční nádrže aj.

Retenční nádrže spolu s velkými jezery vzniklými po rekultivaci mění mikroklima i lokální klima, dále mohou sloužit i jak protipovodňová opatření (Gremlica et al., 2011). V místech s teplejším klimatem se mohou navrhovat jako

útvary zadržující vodu v krajině a současně jako stabilizační krajinný prvek (Gremlica, et al., 2013). Z vodohospodářské rekultivace mohou vznikat jak retenční nádrže, tak akumulární nádrže užitkové vody pro průmysl a závlahu zemědělských pozemků, dále také prostor určený k čištění říční vody nebo pro chov vodního ptactva či čištění a dočišťování odpadních vod (Štýs et al., 1981). Nové nádrže však většinou slouží pro rekreační a sportovní účely. Tomu jsou následně uzpůsobeny i úpravy dané krajiny. Při technické rekultivaci jsou odstraněny terénní elevace a deprese. To má za následek pokles biotopové, geomorfologické a biologické diverzity (Gremlica et al., 2011). Mohou se však stát i významnými biocentry, které jsou chráněny zákonem jako například pískovny umístěné v údolních nivách, jež svým specifickým vodním prostředím poskytují podmínky pro vznik velmi specifické fauny a flóry (Smolová, 2006).

2.1.2.4 Rekreační způsoby rekultivací

Častým způsobem využití území je plochy přeměnit na rekreační oblast pro blízké obyvatelstvo, velmi často se s tímto způsobem můžeme setkat například v severních Čechách.

2.2 Výsypky

Výsypky jsou negativním prvkem v krajině, který je následkem těžby. Výsypky zaujímají svou rozlohou až několik čtverečních kilometrů a tím zasahují významně do proměny podsystému krajiny a reliéfu, půdního prostředí, horninového prostředí nebo vodohospodářské situace. Vznikají uspořádaným nasypáním hornin při těžbě (Bejček et al., 2003). Vrstvy zemin, které překrývaly hnědouhelné sloje, byly odtěženy a navezeny jinam. Vytěženou skrývku následně na výsypku dopravují pásy. Na výsypce již rypadla a zakladače systematiky a etážově zasypávají vytěženou část lomu (Luxa J., 1997).

Dle umístění vytěženého materiálu můžeme výsypky rozdělit na vnitřní a vnější. Vnější výsypky jsou navrhovány do již vytěžených oblastí a není tudíž potřeba záboru dalších pozemků. Pokud prostor vnější výsypky nestačí, je zbylá část materiálu uložena na vnější výsypky nebo na těžební pole. Vnější výsypky jsou rovněž výhodnější z hlediska ekonomického, a to díky kratší přepravní vzdálenosti

zeminy na výsypku (Bejček et al., 2003). Výsypky ovlivňují budoucí charakter krajiny, jelikož její stávající podobu mohou převyšovat o 100 až 200 m. Dále můžeme výsypky dělit dle výškové orientace přilehlého terénu a to na výsypky rovinné (úrovňové), konvexní (nadúrovňové) a konkávní (podúrovňové) (Štýs, 1981). Jinak můžeme výsypky rozdělit dle mechanizace výsypkových prací na plavené, pluhové, rypadlové a zakladačové. Pluhové výsypky bývají zakládány jen minimálně a to v nejspodnějších vrstvách výsypky (Štýs, 1981). Po pluhových výsypkách navazují výsypky rypadlové, ty jsou již navrhovány častěji. Zakladačové výsypky jsou používány, pokud disponujeme s velkým množstvím zeminy (Švéda, 1987).

Velký vliv z hlediska rekultivace má také tvar výsypky. Samotný tvar výsypek je stanoven již v během jejich vzniku, jelikož má vliv na stabilitu a předpokládaný typ rekultivace (Bejček et al., 2003). Hlavním cílem je vytvořit takový tvar výsypky, aby docházelo k co nejmenší devastaci krajiny. Za nejvhodnější a tudíž nejčastěji používaný tvar považujeme čtvercový nebo kulový. Oba tvary jsou nejméně náročné na zábor pozemků. Díky správnému určení tvaru výsypky se značně urychluje následná rekultivace, snižují se také finanční náklady a zmenšuje se rozsah terénních úprav (Štýs, 1981).

2.2.1 Způsoby využití území výsypek

Zemina a horniny, které tvoří výsypku, jsou zpravidla jiné nežli půdy běžné. Je to směs třetihorní a čtvrtohorní hornin (Bejček et al. 2003). Třetihorní horniny na rozdíl o čtvrtohorních neprodělali tak intenzivní chemické zvětrávání (Štýs, 1981). Dle Francouze 2006 ovlivňují vývoj půd na výsypkách zejména tyto faktory:

- Vývoj vegetačního pokryvu
- Typy vybraných dřevin
- Umístění rekultivované plochy ke vztahu a vzdálenosti od okolních půdních organismů v krajině
- Rysy výsypkového substrátu

2.3 Odvodnění, historie odvodnění

Účelem odvodnění je úprava vodního režimu půd, tzn. úprava vlhkosti půd tak, aby stav pozemků odpovídal vláhové potřebě plodin a předpokládané činnosti na daném pozemku (MZe ČR 1995). V přírodním i umělém prostředí patří odvodňovací stavby mezi základní opatření. Jde o komplex opatření, jehož účinnost je závislá na provedení jednotlivých prvků, technickém návrhu aj.. Vždy je nutné brát ohled na účel odvodnění a na řešené území, ve kterém se daný odvodňovací zásah provádí (Holý a kol., 1984).

Problematikou odvodnění se začali zabývat již v dávné historii. První zmínky o odvodňovacích zásazích se datují již z dob řecké civilizace. Důvodem vzniku otevřených příkopů v řecké civilizaci byla zamokřená půda. Dále se odvodňovací systém formoval v Egyptě, kde sloužil především pro odvod vody po ústupu povodní v údolí řeky Nil. Naopak státy při Severním moři navrhovaly odvodňovací systémy za účelem zúrodnění jezerních a přímořských bažin (Holý a kol., 1984).

Ve Velké Británii byla v roce 1810 zařízena trubková drenáž z pálené hlíny, která měla polokruhový tvar. Dalším vývojem byla výroba betonových drenážních trubek. Také technický pokrok ve 20. st. významně přispěl k pokroku v odvodňovacích systémech. Započal přechod z otevřených odvodňovacích sítí ke kryté podzemní síti. Také se začaly používat polymery k výrobě drenážních trubek (Holý a kol., 1984).

V České republice plnily odvodňovací stavby významnou úlohu pro zkulturnění zemědělské krajiny. S ohledem na přírodní podmínky daného území se v lokalitách zamokřených upřednostnily podzemní trubkové drenáže. V České republice je systémem podzemní trubkovou drenáží odvodněna až čtvrtina veškeré zemědělsky obhospodařované půdy. Ve statistice z roku 1995 se odhaduje rozloha zemědělské půdy na 4 280 954 ha, z toho bylo 1 064 999 ha odvodňováno právě drenáží. Na území ČR se odvodnění budovala v několika etapách. Nejintenzivnější výstavby probíhaly v letech 1935-1940 a poté 1965-1985 (Kulhavý a kol. 2007).

V letech 1990 se ustoupilo od budování odvodňovacích staveb a tento trend trvá do dnes. Významnější útlum toho druhu výstavby je zřetelný díky přechodu od centrálně plánovaného hospodářství k tržnímu a intenzifikace zemědělství.

Hlavní klad odvodnění podzemní trubkovou drenáží tkví v dobrém pohybu zemědělskou technikou a snížením zanášení sedimenty, jako v případě odvodnění otevřenými příkopy. Pokud je podzemní trubková drenáž náležitě udržována, její životnost je dlouhá. Může docházet k zanášení erozními splavy, následná údržba může být nákladná. Taktéž je finančně náročnější nežli odvodnění otevřenými příkopy. Avšak při navrhování odvodňovacích staveb bývají obě tyto varianty propojovány (Smart a Herbertson, 1992).

2.4 Druhy odvodnění

Odvodňovací síť se jako celek skládá z různých druhů odvodňovacích zařízení. Odvodňovací zařízení jsou obvykle tvořena kanály a vedlejšími zařízeními, jimiž jsou například příkopy nebo podzemní drenáž. Dále jsou k nim přiřčeny objekty na odvodňovací síti.

2.4.1 Hlavní odvodňovací zařízení

Toto zařízení pojí povrchové a podzemní odvodňovací sítě s recipienty. Hlavní odvodňovací kanál tvoří osu sítě a dále odvádí vodu z odvodňovací sítě do recipientů. Kanál je nejčastěji veden středem oblasti a její nejnižší položenou částí. Skládá se z přímých úseků, které jsou spojeny parabolickými oblouky. Tyto oblouky mohou být využity i pro jiné účely. Například pro zásobování vodou, energetické využití či přívod závlahové vody. Proto bychom na ně měli při jejich plánování brát zřetel (Holý a kol., 1984).

U odvodňovacích kanálů se nejčastěji navrhuje průtočný profil lichoběžníkového tvaru nicméně u hlubokých a velkých kanálů, kdy je daná oblast vytavena velkému kolísání průtoků, je preferován dvojitý lichoběžníkový průřez (Holý a kol., 1984).

Hlavní odvodňovací kanál musí být navržen s ohledem na požadované odvodnění povrchových vod v daném území. Dále musí být dimenzován tak, aby

rovněž docházelo ke snížení hladiny podzemní hladiny na předem navrženou úroveň. Dno drenážní výusti musí být umístěno minimálně 0,1 až 0,2 m nad hladinou 210 -ti denní vody. Pokud toto nelze zaručit, musí se odtok z drenáže do kanálu přečerpat (Holý a kol., 1984).

Odvodnění krytými odvodňovacími kanály se navrhuje zejména v místech, kde chceme zachovat celistvost pozemků, v místě převodu drenážních vod přes zastavěnou část obce dále kde nehrozí eroze a následná nestability krajiny (Kulhavý F. Kulhavý K., 2008).

2.4.2 Podrobné odvodňovací zařízení

K dosažení účinného odvodnění musíme navrhnout k hlavnímu odvodňovacímu zařízení také podrobnou odvodňovací síť. Tato síť má za úkol udržet vzdušný a vodní režim v požadovaném stavu (Kulhavý F. a Kulhavý K., 2008).

Podrobné odvodňování můžeme rozdělit na povrchovou odvodňovací síť, která je zastoupena příkopovým odvodněním a podpovrchovou odvodňovací síť. Ta je řešena drenážním odvodněním (MZe ČR, 1995).

Příkopové odvodnění

Povrchová odvodňovací síť je tvořena ze sběrných příkopů, které se dále pojí ke svodným příkopům a ústí do vedlejších odvodňovacích kanálů nebo přímo do toků. Odvodňovací příkopy u povrchového odvodnění jsou navrhovány v přímkách. Sběrné příkopy jsou uspořádány taktéž rovnoběžně, čímž se vytváří pravidelné tvary. Dalším aspektem je sklon dna, který by se měl pohybovat mezi 3 až 10%. Pokud jsou v daném místě špatné geomorfologické podmínky, průtokové parametry můžeme zlepšit zpevněním svahů a dna (Holý a kol., 1984).

Otevřené příkopy se využívají zejména k rychlému odvedení povrchové vody, v území s malým sklonem. Tyto příkopy se používají zejména na loukách a jako protierozní opatření. Na správnou funkci odvodňovacích příkopů má vliv správná údržba. (Kulhavý F. a Kulhavý K., 2008).

Osu trasy hlavního odvodňovacího kanálu je vhodné navrhovat do oblouku o vhodném poloměru, nebo jakožto meandry, které by neměly zhoršovat schopnost obhospodařování pozemků (Kulhavý F. a Kulhavý K., 2008).

U sběrných odvodňovacích příkopů tvoří hranice obhospodařovaných pozemků soustava přímek. Při návrhu rozmístění sběrných příkopů musíme zohlednit hydroopedologické podmínky zájmového území, příčiny zamokření, konfiguraci terénu údolní nivy, způsoby obhospodaření zemědělské nebo lesní pudy a způsoby odvodnění. Sběrný kanál dále ústí do odvodňovacího neboli svodného příkopu, a to pod úhlem od 45° do 90°. Jelikož mezi hlavní funkce sběrných příkopů patří odvedení povrchové vody, využití k závlaze nebo snížení hladiny podzemní vody, musíme brát při návrhu ohled na jejich hloubku, příčný profil, rozchod a délku (Kulhavý F. a Kulhavý K., 2008)

Biologické odvodnění (biodrenáž)

Biologické odvodnění můžeme zařadit mezi podrobné odvodňovací zařízení. Tento typ odvodnění využívá rostlin se střední až vysokou schopností evapotranspirace nebo podporou výparu z půd. Hlavními zástupci těchto rostlin jsou vojtěška, slunečnice, mokré louky, topoly, jasan, olše, břízy, australský blahovičnick, mokřady a další (Kulhavý F. a Kulhavý K. 2008). Toto meliorační opatření pracuje na principu: půda – vegetace – atmosféra. Přes kořenový systém se dostává voda do listů rostlin, kde se následným vypařováním přechází v plynném stavu do vzduchu. Tento koloběh je schopen se dokonale přizpůsobit vnějším podmínkám, tzn., pokud je v půdě přebytek vláhy zvýší se intenzita tohoto procesu, při poklesu půdní vláhy dochází ke snížení evapotranspirace, a to uzavřením průduchů. U lesních a lučních porostů dochází také k intercepci srážek. Intercepce může u jehličnanů být až 16% z celkových srážek (Kulhavý F. a Kulhavý K., 2008).

2.4.3 Ojedinelá (sporadická drenáž)

Sporadická drenáž bývá používána zejména při regulaci nadbytečné půdní vody, bodového či liniového vývěru nebo z malé plochy. Nejčastěji je navrhován vertikální a ojedinelý drén (Kulhavý F. a Kulhavý K. 2008). Při tomto způsobu odvodnění bývá navrhována nepravidelná drenážní síť (Holý a kol., 1984).

2.4.4 Záchytné příkopy a drény

Toto zařízení je využíváno pro zachycení a odvedení vnitřních a vnějších podpovrchových a povrchových vod. Záchytné příkopy navrhujeme zejména na hranicích zájmového území dané stavby, pod hrázemi vodních nádrží, na hranicích

mezi lesnickými a zemědělskými pozemky, pod terénními zlomy, apod. (Kulhavý F a Kulhavý F., 2008).

2.4.5 Opatření ke snížení tlaku podzemní vody s napjatou hladinou

S tímto mimořádným vodohospodářským opatření se setkáváme na specifických lokalitách, kde příčinou zamokření bývá podzemní voda s napjatou vodní hladinou. Samotné zamokření můžeme rozdělit na plošné nebo lokální. Zamokření lokální můžeme dále rozdělit na deprese, bodové a liniové. Podle ČSN 75 42 00 (1994) lze v praxi aplikovat těmito postupy:

- omezením přítoku svahových vod, opatřením mimo plochu zájmového území a to snížením hladiny v toku či nádrži, prohloubením koryta vodního toku
- dále zásahy po obvodu nebo uvnitř zájmového území, zasahujícími do zvodně s napjatou hladinou (například se může jednat o hluboké záchytné příkopy nebo drény, vertikální odvodňovací zařízení tzn. vrty, studny, hluboké pramenní jímky).
- plošným odvodněním, přičemž je při samotném návrhu doporučeno zvážit víceúčelovost takovéto stavby.

Podpovrchová odvodňovací síť

Tento drenážní typ patří mezi nejpoužívanější podzemní odvodňovací zařízení současnosti. Trubková drenáž je systematicky navrhována pro široké spektru případů. Jejím hlavním cílem je omezení špatného působení vzdušného a vodního režimu půd (Kulhavý F. a Kulhavý K., 2008).

Stěžejním parametrem návrhu je sama stavba, u které je třeba zohlednit intenzitu odvodnění, která bude potřeba. A to v závislosti na klimatických, hydrologických, geologických, hydropedologických a hydrogeologických podmínkách a na druhu pěstebních plodin. Dále musí být zajištěna ochrana drenážního potrubí před zarůstáním, zanášením a zajištěním stability drénů. Základní parametry jsou určeny normou ČS 75 42 00 Hydromeliorace - Úprava vodního režimu zemědělských půd odvodněním a dalších přidružených norem (ČSN 73 30 50, ČS 75 42 10,..).

Před zhotovením samotného návrhu je nutné posoudit míru vlivu dané stavby na ekologickou stabilitu zájmového zemí. Dále se posuzuje vliv na povrchové a podzemní vodní zdroje v dílčím povodí. Návrh systematické trubkové drenáže je z environmentálního hlediska vhodný pro lokality s trvalou půdní vlhkostí (Kulhavý F. a Kulhavý K., 2008)

Pro správné navržení systematické drenáže musíme zhotovit podrobný rozbor podmínek na stanovišti. Dále kvalitně vypracovat hydropedologické, topografické a hydrogeologické podklady. Po zhotovení těchto podkladů je následně vyhodnocena optimální technická koncepce stavby. Z hlediska environmentálního a ekonomického dále posuzujeme možnou víceúčelovost dané stavby (Kulhavý F. a Kulhavý K., 2008).

2.4.6 Dvouetážová drenáž

Dvouetážová drenáž je jedním z nejčastějších odvodňovacích systémů, které používáme v České republice. Dle Kulhavého F. a Kulhavého K. (2008) se dvouetážová drenáž navrhuje nejčastěji na stanovištích s málo propustným profilem, kde tvoří hlavní zdroj zamokření atmosférické srážky (tzn. při $K < 0,1 \text{ m.d}^{-1}$, $P_d < 2\% \text{ obj.}$). Plošná trubková drenáž je v takových případech hydraulicky méně účinná. Dvouetážová drenáž a její hydraulická funkce spočívá v zabezpečení transportní cesty pro vodu z povrchové vrstvy, která je propustnější, směrem k drenážním rýhám. Propustným zásypem nebo filtrem se dostává voda k drenážnímu potrubí.

Hlavním účelem horní odvodňovací drenáže spočívá ve zlepšování fyzikálních vlastností povrchové půdní vrstvy, díky které se pak snáze dostávají atmosférické srážky k drenážním rýhám (Holý a kol. 1984).

2.4.7 Krtčí drenáž

Krtčí drenáž je prováděna speciálním pluhem, který v hloubce 0,5 až 0,8 m pod drénem protlačí tzv. krtkem drény o průměru 5 až 10 cm. Krtčí drenáž má životnost 3 až 5 let a je používána zejména u jílovitých a jílovitohlinitých půd.

2.4.8 Štěrbínová drenáž

Štěrbínová drenáž je napříč vedena trubkovou drenáží, která je vodivě spojena se spodní etáží drénů. Tato drenáž je používána za zvláštních stanovištních podmínek, kde nalezneme například kombinované zamokření podzemní i povrchovou vodou nebo naopak na šlo propustných půdách (Kulhavý F. a Kulhavý K., 2008).

2.4.9 Ochranná drenáž

Ochranná drenáž, jak již název napovídá, slouží v případech environmentálních jako ochrana půd, povrchové vody, podzemní vody i zastavěného území a staveb. Dále chrání půdu před zasolením nebo jako odvodnění pro svažité území (Kulhavý F. a Kulhavý K., 2008).

2.4.10 Víceúčelové drenážní systémy

Víceúčelové odvodňovací stavby jsou ekonomicky i environmentálně výhodnější nežli jednostranně zaměřené stavby. Příkladem je regulační drenáž s částečnou retardací odtoku aj. Při uzavřeném koloběhu vody můžeme optimálně hospodařit s živinami v půdě (Štibinger a Kulhavý, 2000).

2.5 Základní navrhované parametry systematické trubkové drenáže

rozchod drenáže R: kolmá vodorovná vzdálenost os sousedních rovnoběžných drénů, (z ekonomických důvodů je snaha o dosažení, co největšího rozchodu),

hloubka drenáže hd: svislá vzdálenost vnitřní spodní hrany trubkového drénu od povrchu odvodňovaného půdního prostředí,

vnitřní průměr D: vnitřní průměr drénu

Dané parametry se navzájem ovlivňují a na jejich správném určení závisí hydraulická účinnost i ekonomická efektivnost dané odvodňovací stavby (Dvořák, 1972).

Během dimenzování drenážního potrubí, určování rozchodů a hloubek musíme vycházet z hydraulické vodivosti půdního prostředí. Vliv má také půdní prostředí, ve kterém se systematická trubková drenáž navrhuje. Můžeme ho rozdělit na půdní prostředí málo propustné nebo-li půdy těžké a na prostředí propustné, do kterého řadíme půdy lehké a středně těžké (Dvořák, 1972).

Při plánování systematické trubkové drenáže je nutné vyhodnotit intenzitu navrhovaného odvodnění. Pro správné vyhodnocení intenzity odvodnění slouží ČSN 75 42 00 (1994). Při dimenzování odvodnění dále zohledňujeme požadovanou dobu odvodnění t_0 a stupeň ochrany N_0 .

Všeobecně

Plošnou trubkovou drenáží se dle ON 73 69 33 (1979) odvodňují plochy s vysoce položenou hladinou podzemní vody, které jsou zároveň souvisle zamokřené. Dále také půdy zamokřené artéskými vodami nebo pozemky občasně zamokřené vodou. Tyto občasně zamokřené pozemky mohou být podepřeny nepropustnou nebo málo propustnou vrstvou položenou v hloubce do 1 m a vodou kapilární. Trubková drenáž se v těchto případech používá za předpokladu, že se nedosáhlo požadovaného účinku agromelioračními či agrotechnickými opatřeními. Jakými jsou například hloubkové kypření, dvouetážová drenáž, hloubková orba a jiné kombinace agromelioračních a agrotechnických opatření spolu s ojedinělou drenáží.

Záchytné drény slouží k omezení vlivu povrchových, podpovrchových nebo vnitřních vod na zamokření řešeného zájmového území. Drenážní systém by měl být navržen tak, aby se voda svedla nejprůhodnějším směrem a způsobem do recipientů (ON 73 69 33 1979).

Velké skupiny drenáží se využívají zejména na území, ve kterých je příznivý nebo menší sklon. Díky tomu zde nevznikne nebezpečí zanášení potrubí. Malé drenážní skupiny se plánují ve velmi členitém avšak plochem území nebo při hrozícím nebezpečí poruchy funkce drenáže (ON 73 69 33 1979)

Dle sklonu terénu je vhodné plánovat sběrné drény podle ON 73 69 33 (1979):

Příčné - při sklonu terénu nad 10‰

Podélné - při sklonu terénu 3‰ až 10‰

V umělém sklonu - při sklonu terénu do 3‰

Na území s velmi sklonitým terénem se navrhuje pro zmírnění rychlosti vody v drénech drenáže protisměrné. Svodný drén může střídat směr pod ostrým úhlem či je odstupňován spadištními šachticemi.

Se zřetelem na mechanizaci výstavby drenáže se navrhují pravidelní drenážní souřady, které mají stejný směr a délku spolu se sběrnými drény. Navrhují se na souvislé ploše (ON 73 69 33 1979).

2.5.1 Svodné drény

Svodné drény se navrhují do nejnižších míst území a to v co nejdelších možných přímkách. Tyto drény jsou pokládány do maximální délky 400 m. Pokud je svodný drén delší, je rozdělen šachticemi. V půdách, které jsou náchylné k zanášení, se úseky svodných drénů navrhují maximálně do délky 200m (ON 73 69 33 1979)

Při výpočtovém odtoku by neměla nejmenší průměrná profilová rychlost klesnout u těžkých půd pod 0,2 m/s. U železitých částic a lehkých půd by neměla klesnout pod 0,3 m/s až 0,35 m/s. Největší průměrná profilová rychlost ve svodných drénech z trubek z pálené hlíny se uvažuje 1,5 m/s, z plastu 2,0 m/s. Pokud je dosaženo vyšší rychlosti je nutné provést ochranná opatření k zajištění zásypu rýhy a stability potrubí. Například ochranný filtr, příčné jílové prahy, příčné betonové prahy, hrdlové potrubí z plastu bez otvorů aj. (ON 73 69 33 1979).

Minimální sklon drénu závisí na průměru potrubí a na druhu půdy, ve kterém se nachází.

druh půdy	Minimální sklon pro drény		
	sběrné	svodné do 100 (mm)	svodné nad 100 (mm)
Těžké půdy	3-5 ‰	2 ‰	1 ‰
Písčité půdy	5-8 ‰	5 ‰	2-3 ‰
Silně železité půdy	5-10 ‰	5 ‰	5 ‰

Tab. č. 2.- Minimální sklony pro sběrné a svodné drén (Kulík a Kovář, 1988)

2.5.2 Sběrné drény

Příčné drény by neměly být svou délkou větší než 150 m, ojediněle se setkáváme s délkou až 200 m. U podélných sběrných drénů dosahuje délka 120 až 150 m (ON 73 69 33 1979).

Sběrné drény se ukládají do hloubky s ohledem na klimatické, hydrologické a půdní poměry, na druh pěstovaných plodin a uspořádání oblasti vtoku drénu. U půd propustných se navrhuje hloubka od 0,8 do 1,2 m. Na loukách a málo propustných půd je to od 0,8 do 1,0 m. U odvodnění sadů, chmelnic a vinic jsou drenáže navrhovány do minimální hloubky 1,3 m (ON 73 69 33 1979).

3 Praktická část

Praktická část práce se zaměřuje pouze na konkrétní výsypku Vršanská, která se nachází v blízkosti města Most.

3.1 Charakteristika zájmového území

V charakteristice zájmového území se nejprve vysvětlí, kde se výsypka nachází, její historii a jaké podmínky panují v oblasti.

3.1.1 Vymezení zájmového území

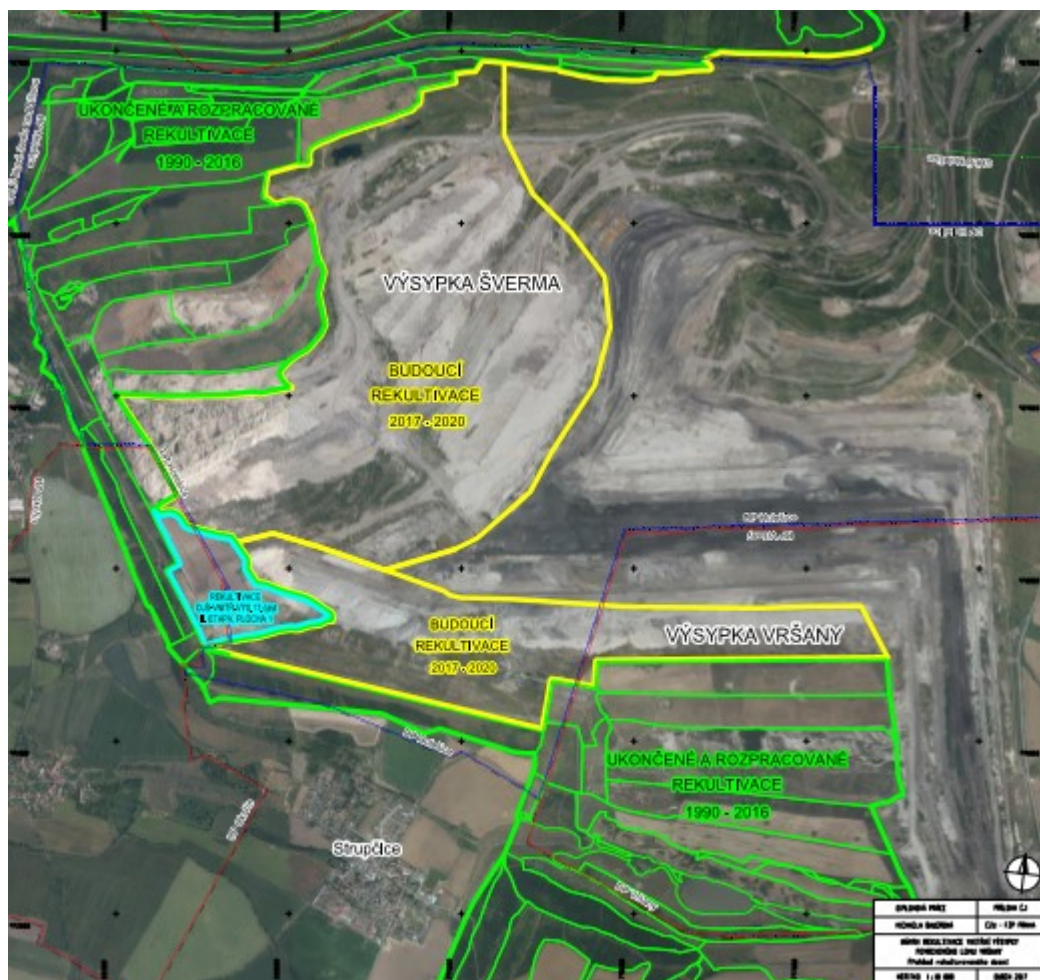
Lom Vršany patří do slatinicko-bylanské oblasti hnědouhelné pánve, která se nachází v jihozápadní části okresu Most a k ní přilehlé části okresů Chomutov a Louny v severočeském regionu. Slatinicko-bylanskou oblastí rozumíme jižní část hnědouhelné pánve mezi městy Most a Chomutov, kde severní část tvoří Ervěnický koridor spojující obě města – Most a Chomutov. Ervěnický koridor je výsypkové těleso vytvářené od poloviny 70. let minulého století na vyuhlené podloží mezi tehdejšími lomy Československé armády a Doly Jan Šverma. Na temeni této výsypky je vystavěn dopravní silniční a železniční koridor a také zatrubněný tok řeky Bíliny. Koridor rozděluje území na oblast komořanskou a oblast slatinicko-bylanskou. Jižní část slatinicko-bylanské oblasti tvoří výchozy uhelné sloje na spojnici silnice Chomutov – Praha. Východně je oblast omezena samotným městem Most a navazujícím jezersko-ryzelským hřbetem. Západní část slatinicko-bylanské oblasti končí na pomyslné hranici silnice Otvice – Údlice.

V dané oblasti probíhala hornická činnost jak hlubinným, tak povrchovým dobýváním. Hlubinné dobývání se soustředilo v 19. a 20. století na těžbu především výchozových partií uhelné sloje. Větší hlubinné doly se nacházely až na rozhraní obou oblastí tj. komořanské a slatinicko-bylanské, kde s narůstající výškou nadloží se výrazně vylepšovala i kvalita uhelné sloje především v ukazateli výhřevnost uhlí. Mluvíme především o dolech Robert a Washington.

V 50. letech 20. století nastává rozvoj především povrchového dobývání ložiska uhlí. Ve slatinicko – bylanské oblasti jsou to menší lomy okolo samotného města Mostu a to lomy Hrabák, Slatinice, Třískolupy a dále především lom Jan

Šverma v Holešicích. V 80. letech 20. století začala výstavba a následně provoz nového povrchového lomu – lomu Vršany (Vršanská uhelná a.s., 2013).

Na obrázku č.1., nebo také v příloze č.1 vidíme oblast celého rekultivovaného území. A to jak budoucích rekultivací lomu Šverma a Vršany, tak již provedených či rozpracovaných rekultivací, tak i mnou řešené území v této diplomové práci vnitřní výsypky, které je vyznačené tyrkysovou barvou. Lomy Šverma a Vršany budou i nadále zmiňovány, jelikož plynule navazují na mnou řešenou vnitřní výsypku etapy 17, některé části těchto lomů do ní přímo zasahují. Detailní mapu nalezneme v příloze č. 1.



Obr. č. 1. – Mapa zájmového území (zdroj: vlastní)

Na obrázku č. 2., nebo také v příloze č.2. vidíme naše zájmové území, tedy Vršanskou výsypku, která je pro projekty nazývána jako DJŠ 17. část II. Etapa.



Obr. č. 2. – Mapa Vršanské výsypky (zdroj: vlastní)

3.1.2 Geologické poměry řešeného území

V širším prostoru hodnoceného území se uplatňují následující stratigrafické jednotky:

- Krystalinikum
- křídové sedimenty
- terciární sedimenty vulkanogenního původu
- podložní písky
- souvrství hnědouhelných slojí
- svrchní meziložní písky
- nadložní souvrství
- kvartérní sedimenty

Krystalinikum, tvořené převážně rulami, je nejstarší stratigrafickou jednotkou v mostecké pánvi.

Křídové sedimenty tvoří pískovce, někdy slepence nebo křemence. Směrem k mladším sedimentům přecházejí do vápnatých slínů a převážně šedých nebo nazelenalých slínovců. Pískovcový vývoj má charakter kolektoru s napjatou hladinou.

Dno uhelného slojového souvrství je tvořeno podložními písky. Podložní písky jsou nejrozsáhlejším zvodněným kolektorem pánve. Tvoří jednotný hydraulický systém s dotační oblastí zejména ze svahů Krušných hor, kde vychází k povrchu. Napájený je především z kvartérních sutí, jejichž zvodnění je úzce závislé na srážkových úhrnech a tání sněhu. V prostoru severně od Strupčic – bývalý lom Jan Šverma – se jejich maximální mocnost pohybuje kolem 40 metrů. Kolektor podložních písků vyklíňuje v prostoru stávajícího dna lomu Vršany, kde dosahuje mocnosti cca 5 metrů. Do dalšího zájmového území lomu Vršany kolektor podložních písků už nezasahuje.

Souvrství hnědouhelných slojí se v širší oblasti zájmového území vyskytuje ve dvojím vývoji. Hranici tvoří linie štěpení sloje, probíhající zhruba ve směru Ryzelský vrch – Vysoká Pec u Jirkova. Na sever od této linie se vyskytuje sloj víceméně jednotná, na jih od této linie se sloj začíná štěpit (jezerně-deltový vývoj) nejprve na dvě, postupně na tři a více uhelných poloh, které ztrácejí na mocnosti i kvalitě. Jednotlivé sloje jsou odděleny meziložními vrstvami. Tyto meziložní vrstvy jsou tvořeny proměnlivým komplexem jílovitých, jílovito-písčitých a písčitých sedimentů.

V deltě mohutného třetihorního toku, v prostředí s neustálou změnou řečiště, tvořením mělkých nebo zahloubených koryt, slepých ramen a meandrů spolu s velkým přínosem klastického materiálu, vznikl složitý komplex poloh různě vytříděných písků a písčitých jílu. V důsledku vyplňování koryt a prohlubnění materiálem přinášeným říčním tokem se zde tyto písky a písčité jíly vyskytují ve velmi proměnlivých mocnostech, přičemž změny těchto mocností jsou často velmi náhlé. Svrchní meziložní písky jsou převážně jemnozrné a bez předchozího odvodnění mají kuřavkový charakter. Původní úroveň hladiny podzemní vody v kolektoru meziložních písků se nachází v rozmezí kót 230 až 240 m n.m. K

odvodňování kolektoru a snižování hladiny dochází samovolně, gravitačně, výtokem vody na skrývkových řezech lomu Vršany. Do zájmového území Vršan zasahuje kolektor meziložních písků svým okrajem od západu.

Nadložní souvrství je tvořeno komplexem většinou jílovitých sedimentů. Vesměs převládá jílovitá sedimentace nad písčitou, takže jako celek mají tyto sedimenty charakter hydrogeologického izolátoru.

Kvartérní sedimenty jsou tvořeny převážně sprašemi, sprašovými hlínami, místy štěrky nebo písčito-jílovitými sedimenty s proměnlivou štěrkovou příměsí. Výskyty štěrků v terénních depresích se stávají kolektory povrchových nebo mělkých podzemních vod. Souvislé těleso kvartérních štěrků a štěrkopísků se vyskytuje v severní části zájmového území lomu Vršany.

3.1.3 Hydrologické poměry zájmového území

Hydrologicky spadá širší prostor zájmového území do povodí řeky Bíliny. Severní část území je odvodňována řekou Bílinou. Střední a jižní část území je odvodňována zbytkovým tokem Slatinického potoka, který ústí u Čepiroh z pravé strany do Lučního potoka a ten je dále levostranným přítokem říčky Srpiny. Horní úsek toku Slatinického potoka byl již zcela odtěžen postupem lomu Slatinice.

Hydrologické poměry širšího okolí zájmového prostoru do značné míry ovlivňují vodohospodářská opatření, která byla a jsou realizována v souvislosti s rozvojem povrchové těžby a zakládáním výsypek. Postup lomů Slatinice a Vršany si vyžádal překládání toků Lučního a Slatinického potoka.

Srážkové vody spadlé na území lomů a vnitřních výsypek jsou systémem odvodňovacích příkopů sváděny gravitačně k retenčním jímkám na dně lomů a odtud čerpány do úpraven důlních vod. Po úpravě jsou vypouštěny do vodotečí.

Střední část zájmového území je odvodňována příkopy svedenými do Retenční nádrže. Tato nádrž je situována v nejnižší položené části území. Odtud je voda přečerpávána do zbytkového koryta Slatinického potoka. Jižní část zájmového území je odvodňována příkopy zaústěnými přímo do koryta Slatinického potoka.

3.1.4 Klimatické podmínky

Zájmové území i jeho širší okolí leží ve srážkovém stínu Krušných hor. Množství srážek je podmíněno nadmořskou výškou a místní expozicí vůči převládajícím směrům větrů. Roční úhrn srážek za posledních 20 let (údaje z meteostanice Kopisty u Mostu) činí 475,9 mm. Průměrné roční teploty (sledováno rovněž na meteostanici Kopisty u Mostu) činí podle padesátiletého průměru 8,5°C. Za posledních 20 let činí tento průměr 9,2°C.

3.1.5 Historie lomu Vršany

Lom Vršany vznikl jako těžební lokalita pro zásobování palivem uhelné elektrárny Počeradý. V roce 1977 byly zahájeny přípravné práce pro otvírku a exploataci jihovýchodní části DP Holešice samostatným lomem. Samotná otvírka nového lomu byla navržena a realizována v místech výchozu uhelné sloje mezi obcemi M. Březno a Vršany. Technologie lomu tvořila rýpadla KU 800 a KU 300. Navržená a realizovaná doprava vytěžených skrývkových zemin a uhlí je pásová doprava š. 1200 mm pro těžbu uhelných slojí a š. 1800 mm pro těžbu nadložních skrývkových zemin. Postup lomu Vršany byl paralelní, severním směrem.

Sousední lom Jan Šverma postupoval směrem k jihovýchodu a lom Vršany postupoval k severu. Znamenalo to, že oba lomy se postupně začaly propojovat svými řezy. První propojení lomů Vršany a Jan Šverma nastalo v roce 1995. Následovalo postupné propojování dalšími řezy, aby posledním uhelným řezem byly oba lomy propojeny v roce 2012.

V následujících letech, kdy již byl plánovaně prováděn útlum lomu Jan Šverma, pokračovalo propojování obou lomů již jen rýpadly z lomu Vršany. Lom Vršany se tak začal rozvíjet nejen severním směrem, ale i směrem západním tak, aby byla vytěžena celá uhelná sloj i pod řezy ukončeného lomu DJŠ. Po ukončení provozu severním směrem tedy cca za 8 – 10 let se lom Vršany stočí východním směrem a začne těžit uhelnou sloj pod stávající silnicí Komořany – Bylany. Předpoklad vytěžení tohoto uhelného pilíře je rok 2050.

3.1.6 Vnitřní výsypka Šverma

Vznik a vývoj vnitřní výsypky Šverma je spjat s vývojem samotného povrchového lomu Jan Šverma. Povrchová těžba začala v roce 1919 založením povrchového lomu Robert II., od roku 1946 přejmenovaný na lom Jan Šverma. Intenzivní rozvoj lomu Jan Šverma nastal v 50. letech minulého století, kdy bylo postupně modernizováno celé strojní vybavení, nasazeny byly nové těžební a zakládací stroje, kolejová doprava přešla na rozchod kolejí 1435 mm a nové elektrické lokomotivy 26EM1, schopné mnohem vyšší přepravy těžných hmot. Modernizace lomu Jan Šverma a blízkost lomu ČSA daly podnět ke stavbě dvou úpravárenských komplexů - Úpravna uhlí Komořany a Úpravna uhlí Herkules. Uhlí z obou lomů, upravené ve zmíněných úpravnách, tvořilo rozhodující podíl palivoenergetického zásobování uhlím jak podniků, tak i domácností v celé republice.

Výsypné prostory lomu Jan Šverma se rozkládaly na plochách sahajících od města Litvínova až po město Most.

První výsypný prostor neboli vnější výsypka Růžodol se rozprostírala v okolí obcí Mariánské Radčice, Libkovice, Kopisty a chemického komplexu v Záluží. Na této výsypce v současné době probíhají rekultivační činnosti.

Druhý výsypný prostor byl prostor vnější výsypky Velebudice v blízkosti města Mostu nacházející se mezi zlikvidovanými obcemi Velebudice, Skyřice a stávající obcí Líšnice. Ukládání hmot na této výsypce probíhalo v letech 1955 až 1995. Následnou rekultivací této plochy vznikl známý areál Hipodromu.

Třetí výsypný prostor byla zbytková jáma bývalého lomu Vrbenský poblíž obce Souš, kde po provedené rekultivaci vznikla vodní nádrž Matylda s přilehlým autodromem Most.

Dnešním a jediným výsypným prostorem pro ukládání skrývkových hmot pomocí kolejové dopravy je samotná vnitřní výsypka bývalého lomu Jan Šverma. Tato výsypka vznikala postupným zasypáním vnitřních vyuhlených prostorů bývalého lomu od severní strany tedy od vytvořeného Ervěnického koridoru směrem k jihu, kde konečnou hranici tvoří ochranné pásmo okolo obcí Strupčice a Vrskmaň. Těleso výsypky tvoří šest výsypných etáží. Na první a druhé etáži v nejnižší části

lomu pod konečnými jižními a západními svahy byla původně nasazena dvě lopatová rýpadla E7/R158 a E7/R152. Rýpadlo E7/R158 bylo již demontováno. V 90. letech minulého století byl na prvních dvou etážích nasazen kolejový zakladač Z 1800/Z59. Po dosypání etáží na stanovený generální sklon výsypky až k tehdejší patě uhelné sloje, přetransportoval kolejový zakladač Z59 na vyšší horizonty. Dosypáním 1. a 2. etáže vnitřní výsypky a napojením etáží do konečných svahů bývalého lomu Jan Šverma vznikla budoucí plocha – DJŠ – vnitřní výsypka 17. část, plocha která je předmětem mé diplomové práce.

Postup na vnitřní výsypce pokračoval v prvním desetiletí 21. století na páté etáži v západní části výsypky Jan Šverma, kde po společné výměně zakladačů v roce 2009 byl v provozu kolejový zakladač ZD 2100/Z73 ukládající směsně skrývkové hmoty z lokality Jan Šverma od rýpadel K 800B/K54 a KU 300/K96, a elektrárenský popílek tzv. certifikovaný granulát především z elektrárny Počerady společnosti ČEZ a.s. Na šesté etáži v západní části výsypky lomu byl provozován druhý kolejový zakladač ZD 1800/Z59, zakládající směsně stejné hmoty jako ZD 2100/Z73 a navíc i separátně těžené sprašové zeminy od rýpadla K 800/54, které byly a budou následně využity pro budoucí rekultivaci výsypky. Ve 2. desetiletí 21. století zůstává v západní části výsypky v provozu kolejový zakladač ZD 1800/Z59 na 5. a 6. výsypkové etáži. Kolejový zakladač ZD 2100/Z73 přetransportoval do střední části výsypky, kde zakládá hmoty na 3. výsypkové etáži. Ve střední části je nasazeno jako zakládací stroj i lopatové rýpadlo E7/R152 na 5. výsypkové etáži.

3.2 Původní návrhy odvodnění DŠJ vnitřní výsypky 17. část II. Etapa

3.2.1 První návrh odvodnění 2014

Na přelomu listopadu a prosince v roce 2014 byla provedena návštěva lokality za účelem porovnat mapové podklady a realitu. Zjistilo se, že významná část řešené plochy byla daleko více deformovaná a postižena skluzy, než bylo uvedeno v mapových a inženýrsko-geologických podkladech. V zimních měsících docházelo k prudké akceleraci pohybů. Což vytvořilo odkryté ohlazy i nové tahové trhliny.

Řešená plocha byla vymezena na západě provozní komunikací a provizorní jámkou, ze severu demarkací mezi výsypkovým a demarkačním materiálem, na východě zabíhá do prostoru vnitřní výsypky a to až k předělu s dolovým Vršanským polem. Celé takto vymezené území má půdorysnou plochu 58,43ha. Svah byl báňskou technologií upraven a rozorán do 4-5 etáží. Nejstrmější svah byl navržen do poloviny území a jeho sklon činil 1:3,18 a na výšku 58, 5 m. Nejspodněji položená etáž tvoří uhelná sloje, další výše položené etáže jsou zaříznuty v jílech a jílovcích nadložního souvrství. Jíly měly vrstevnatou strukturu, avšak byly prostoupeny velice hustou sítí šikmých a vertikálních puklin, které můžeme vidět na obrázku č.3.



Obr. č. 3. - Charakter rozpukání jílovců (zdroj: vlastní)

Na obrázku č. 4 lze názorně vidět fotografii skluzových ploch v oblasti, která je popisována.

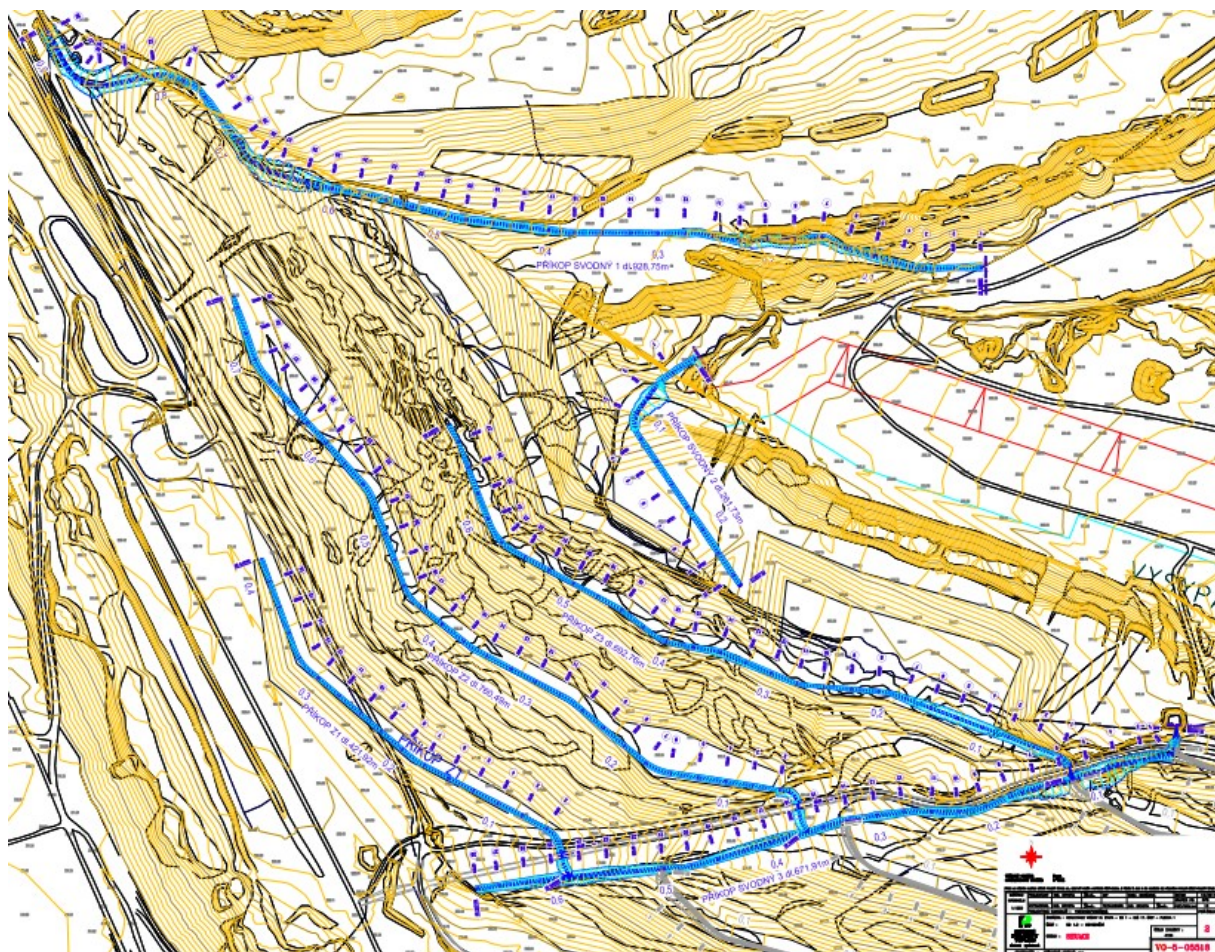


Obr. č. 4. - Rozsáhlý sesuv na ploše DJŠ 17

Vlastní řešení spočívá ve vytvoření stupňovité morfologie. Sklony svahu byly dle posudku stanoveny v intervalu od 1:4 do 1:5. U jednotlivých etáží byly výšky max. 20m v rostlých zeminách u násypů 10m. Mezietažová šířka plošin byla různorodá dle původní morfologie terénu, vždy byla dimenzovaná tak, aby se zde dal umístit odvodňovací příkop či hospodárnice.

Pro odvodnění byly navrženy menší etažové příkopy a větší svodné příkopy. Tyto příkopy měly lichoběžníkový tvar a šířku dna 300 nebo 500 mm. Dále byly opevněny kamenným pohozením 63-125 a svodné příkopy, které se projektovaly do míst s větším výškovým rozdílem, byly navíc opevněny kamenivem. Nad svahy byla rozprostřena zúrodnitelná zemina mocnosti 100 mm zbytek byl oset travní směsí.

Na obrázku č. 5 a také v příloze č. 3. můžeme nalézt projekt pro odvodnění Vršanské výsypky DJŠ 17. Jak lze při bližším prozkoumání zjistit, jsou na obrázku navrženy 3 svodné příkopy a 4 etážové příkopy.



Obr. č. 5. - Odvodnění Vršanské výsypky DJŠ 17

Příkop S1- Svodný byl projektován západním směrem v již stávající údolnici a dosahoval délky 261,73 m. Byl navržen do lichoběžníkového tvaru s šířkou dna 500m a do sklonu svahů 1:2. Příkop byl opevněn kamenným pohozem ve staničení přibližně každých 50 m. Pro překonání výškového rozdílu se části opevnily kamenným zdívem a stabilizačními prahy. Opevnění bylo realizováno do 700 mm od nivelety příkopu.

Příkop S2- Svodný byl navržen ve stávající údolnici jihozápadním směrem. Ostatní parametry se shodují s příkopem P1.

Příkop S3- Svodný byl veden západním směrem podél obslužné komunikace. Byl navržen v délce 671,91m lichoběžníkového tvaru a šířkou ve dně 500 ve sklonu

svahu 1:2. Příkop se opevnil taktéž kamenným pohozením a to ve staničení km 0,00000 – 0,08500 kamenným pohozením, v km 0,08500 - 0,18000 bylo navrženo kamenné zdivo stabilizované prahy z důvodu překonání velkého výškového rozdílu.

Příkop Z1 dlouhý 443,32 m byl situován do 1. etáže terénních úprav a následně sveden jihovýchodně do svodného příkopu S1. Byl navržen v lichoběžníkovém průřezu s šířkou ve dně 300 mm se sklony svahů 1:2. V místě křížení byla zřízena trubní propust ŽBE DN600 o délce 7 m.

Příkop Z2 dlouhý 753,91 m byl navržen na plošině 2. řezu terénních úprav a poté sveden do svodného příkopu S1. Příkop je lichoběžníkového průřezu s šířkou ve dně 300 mm a je opevněn jako příkop Z1 kamenným pohozením.

Příkop Z3 byl navržen na plošině 3. etáže terénních úprav s napojením na svodný příkop S2. Délka příkopu činí 370,65 m. Spád se v celé délce mění v závislosti na konfiguraci terénu od 1,02 do 3,73%. Příkop byl navržen lichoběžníkového průřezu s šířkou ve dně 300 mm a sklonem svahů 1:2.

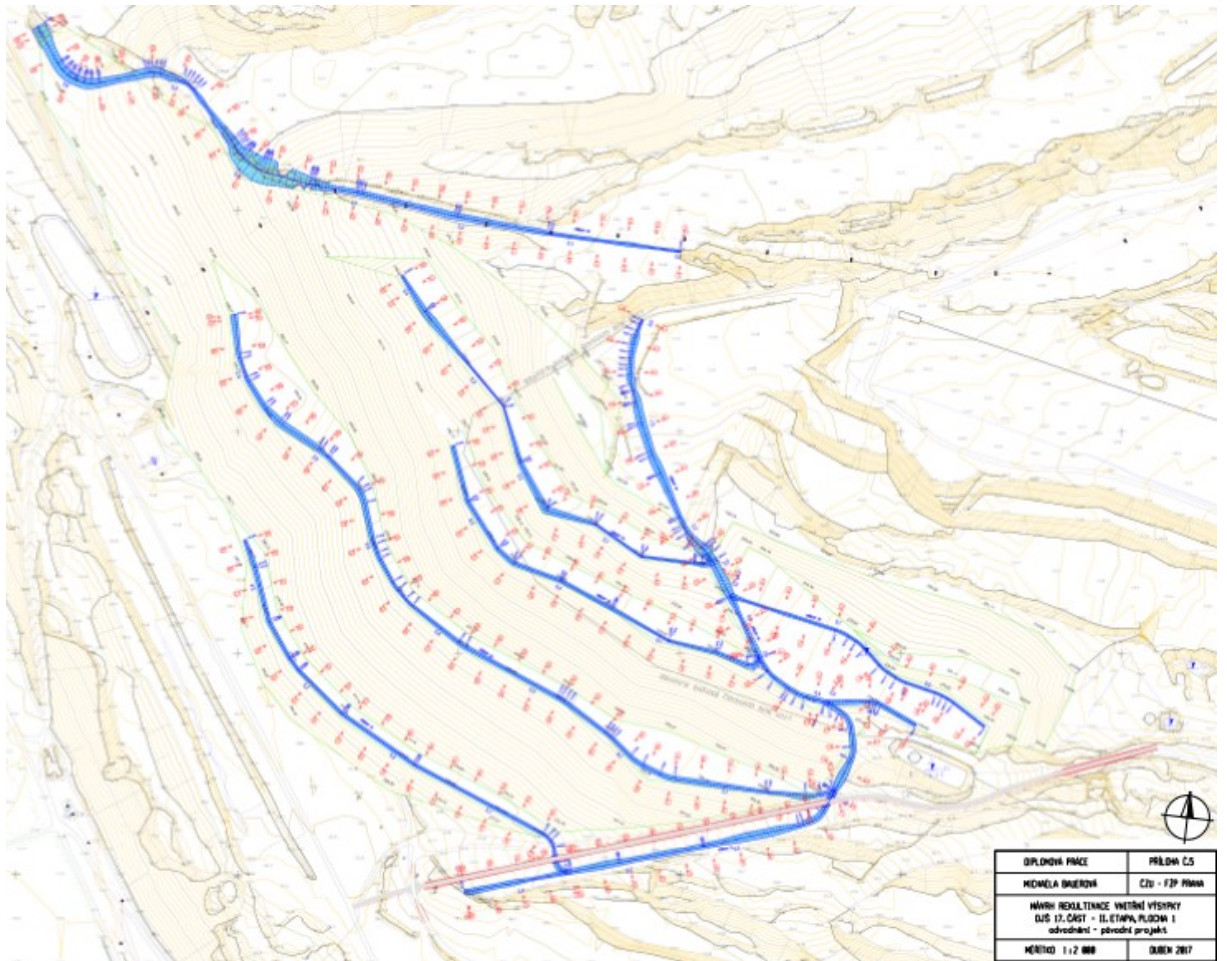
Příkop Z4 byl veden na plošině 4. etáže terénních úprav. Trasa příkopu Z4 směřuje k jihovýchodu s napojením na svodný příkop S2. Délka příkopu činila 414,08 m. Tvarem, šířkou dna i sklonem svahu byl stejný jako příkop Z3.

Příkop Z5 byl navržen na plošině násypkového tělesa ve východní části. Příkop byl napojen na svodný příkop S2 a jeho délka činila 264,74 m.

Tato první dokumentace nakonec nebyla aplikována a realizovala se pouze následující varianta odvodnění, kterou popisují v další kapitole

3.2.2 Druhý návrh odvodnění 2015 / 2016

Druhý navazující návrh odvodnění zachovával systém stupňovité morfologie se sklony svahů v poměru cca 1:5. Oproti původní dokumentaci (první návrh z roku 2014) došlo ke změně tvarování v oblasti hlavního skluzu, kde bylo dodáno více hmot s cílem oddělit smykovou plochu. Mezi hlavní považují změnu tvarování a spádování násypového tělesa. Spád musel být přesměrován do svodného příkopu. Situaci vyobrazenou na mapě si lze dohledat v příloze č. 4..



Obr. č. 6. - Mapa druhého návrhu odvodnění pro rok 2015 / 2016

Příkop S1- Svodný byl dle projektu navržen v délce 450,65 m a byl veden jižní částí území podél navržené komunikace. Do příkopu jsou svedeny příkopy Z1 a Z2. V návrhu je S1 v lichoběžníkovém průřezu s šířkou dna 500 mm se sklony svahu 1:2.

V současnosti byl příkop proveden v délce 787,9 m po jižní straně komunikace a napojen na již stávající provozní odvodnění lomu.

Příkop S2- Svodný byl navržen ve východní části území a svádí vody ze svodného příkopu S1 i bočních příkopů Z3, Z4 a Z5 do již stávajícího provozního odvodnění lomu, který leží v severní části území. Délka příkopu byla navržena na 496,79 m s lichoběžníkovým průřezem a šířkou ve dně 500 mm.

Příkop se nakonec realizoval v délce 160,03 m při patě svahu v původní trase příkopu. Zachycuje vodu od příkopu Z5, kterou následně odvádí do ukončení svodného příkopu S3.

Příkop S3- Svodný byl navržen na severní části ve stávající údolnici. S3 svádí vody stávajícího příkopu na rozhraní vnitřní výsypky a západních svahů lomu Šverma a dál odvádí do stávajícího provozního příkopu. Příkop byl opevněn. Svodný příkop S3 byl realizován dle dokumentace.

Příkop Z1 byl projektován v délce 443,32 m, lichoběžníkového tvaru s šířkou ve dne 300 mm a sklonem svahů 1:2. Příkop měl být opevněn, avšak nakonec byl vystavěn v délce 440,56m bez opevnění s propustí.

Příkop Z2 byl navržen na plošině 2. řezu terénních úprav směrem k jihovýchodnímu svodnému příkopu S1 o délce 753,91 m lichoběžníkového průřezu s šířkou ve dně 300 mm a sklonem svahů 1:2. Bylo navrženo opevnění.

Při realizaci příkopu Z2 se rozdělil do dvou samostatných úseků. V severní části je vystavěno 133,29 m bez jakéhokoliv napojení či vystrojení. V jihovýchodní části vede 153,89 m dlouhý příkop, který je napojen na svodný příkop S1. Příkop nebyl dále prodloužen, jelikož by svou plochou zasahoval do skluzového území a mohl by být případný pohybem zničen. Část funkce příkopu přebrala boční větev kamenného drénu, který byl později navrhnout.

Příkopy Z3 a Z4 nebyly zrealizovány.

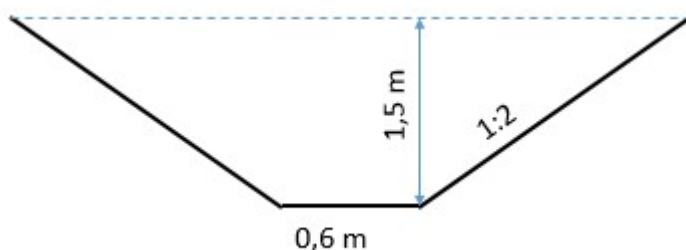
Příkop Z5 je dle dokumentace navržen na plošině násypového tělesa ve východní části terénních úprav. Je veden severozápadní částí do svodného příkop S2. Příkop by měl být dlouhý 262,74 m v lichoběžníkovém průřezu s šířkou ve dně 300mm.

Jelikož nebyla pro příkop Z5 doposud vytvořeno odpovídající násypové těleso, byl příkop o délce 150,43 m vytvořen v náhradní délce s funkcí patního příkopu.

3.3 Vlastní návrh odvodnění vnitřní výsypky DJŠ 17. část, II. Etapa

Tato kapitola navazuje na předchozí projekty, kde se vždy objevila skluzová území, která se svým návrhem pokouším vyřešit.

Nejdůležitější bylo zvolit si velikost příkopu. Po konzultaci s vedoucím práce a s vedoucím rekultivací ve Vršanská uhelná a.s. jsem zvolila tyto parametry pro všechny příkopy. Ty mají šířku ve dně 600mm se sklonem svahů 1:2 a hloubkou 1,5m. Snažili jsme se navrhnout dosud největší příkop na vnitřní výsypce, avšak počítáme s přebytečnou kapacitou daných příkopů.

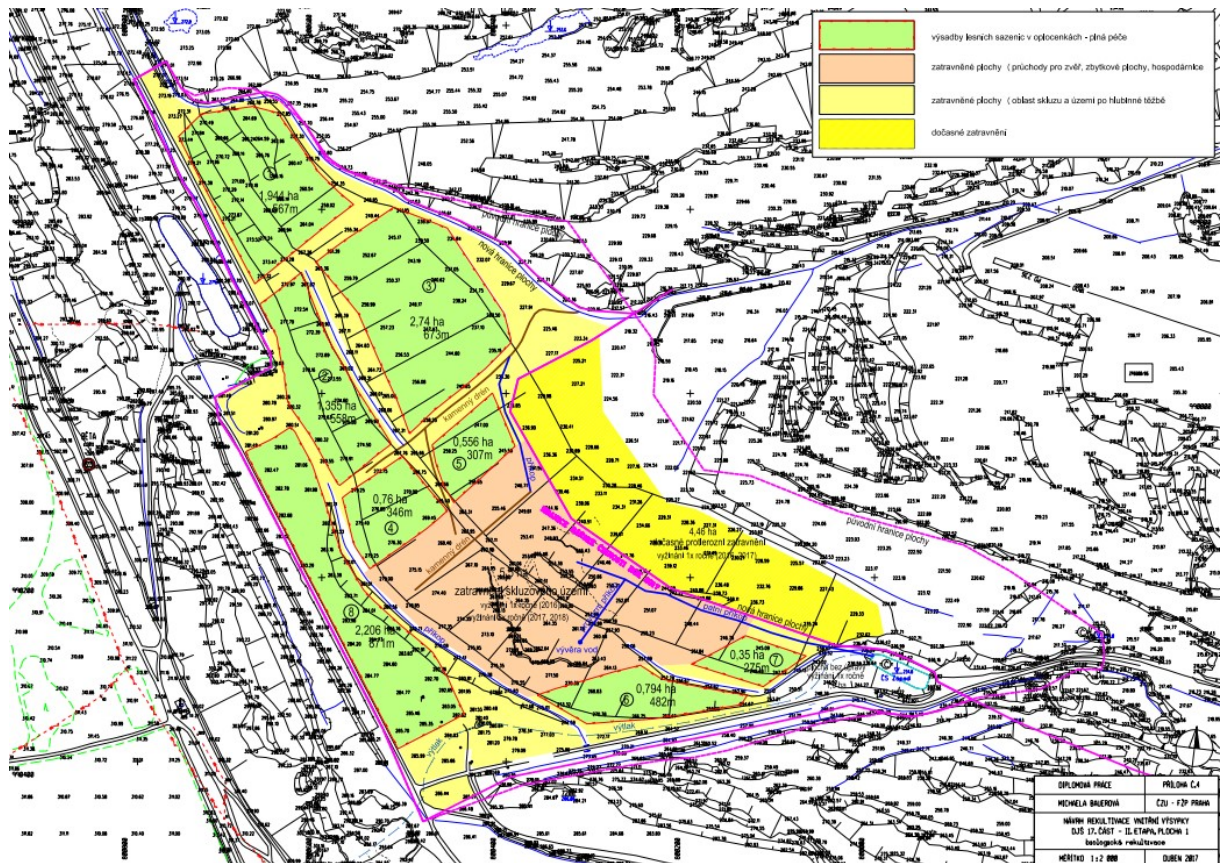


Obr. č. 7. – Dimenzování příkopu

3.3.1 Mapové výstupy návrhu odvodnění

V této kapitole popisují navržené mapové výstupy, které jsem zpracovávala ve Vršanská uhelná a.s. Bohužel kvůli formátu mapy a velikosti stránky práce není na obrázcích přesně vidět řešení odvodnění, avšak pro představu o návrhu mohou posloužit i zmenšené výřezy. Přesto doporučuji pro lepší přehlednost a orientaci otevřít mapové výstupy v přílohách.

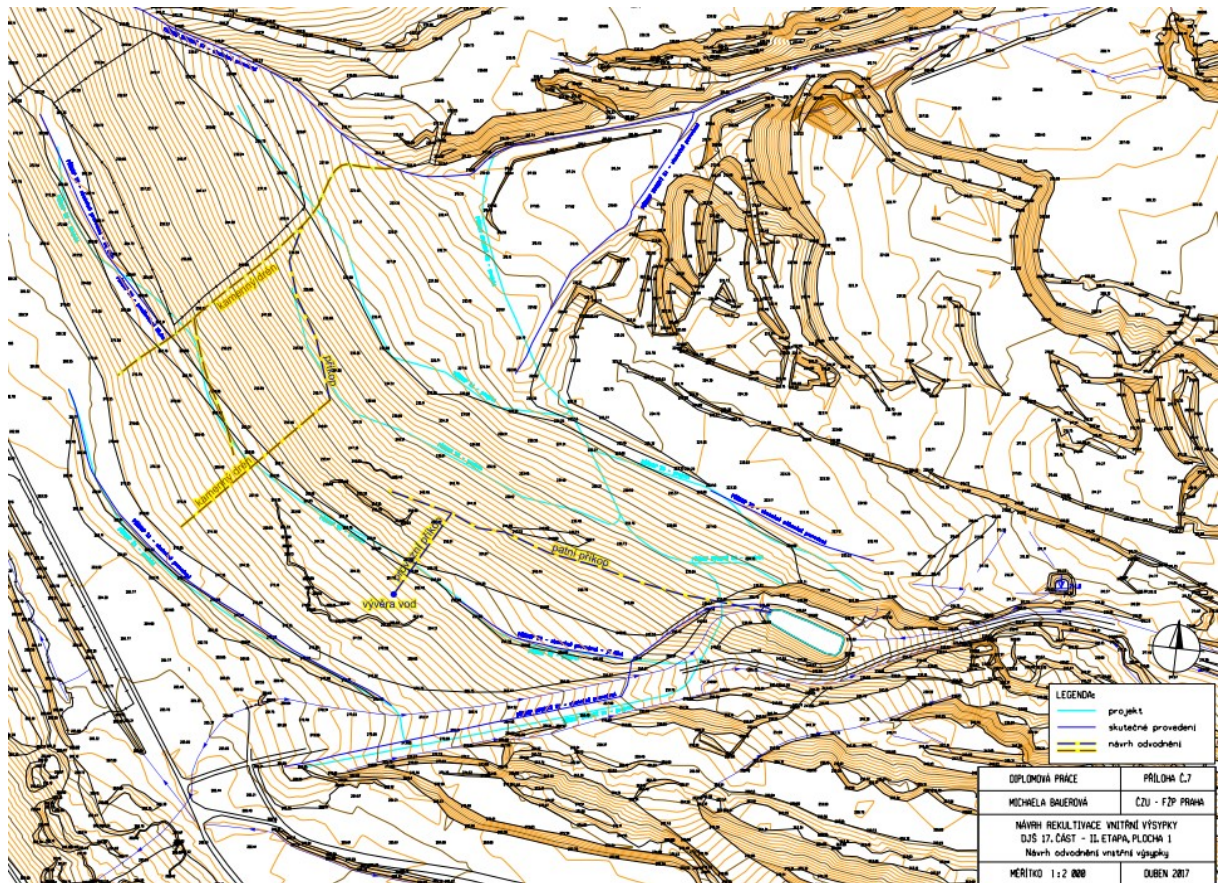
Na obrázku č. 8 se nachází mapa, kterou naleznete také jako přílohu č. 5 a jsou zde označeny jednotlivé rekultivace.



Obr. č. 8. – Mapa biologické rekultivace s nově navrženým odvodněním

Jak je možné vidět, tak u zeleně označeného území se jedná o lesní porosty v oplocenkách. Světle žluté plochy jsou místa zatravněná ve skluzech a po hlubinné těžbě. Sytě žlutá barva označuje území, které je dočasně zatravněno, v budoucnu by tato plocha měla být zasypána zakladačem. Světle červená barva vyznačuje zbytkové plochy, průchody pro zvěř, hospodárnice a v našem projektu taktéž místo skluzu, které je označeno zvlněním na mapě.

Na dalším obrázku č. 9 nalezneme nově navržené odvodnění, které si můžete podrobněji prohlédnout také v příloze č. 6.



Obr. č. 9. – Všechna doposud navržená odvodnění na výsypce DJŠ – 17 část II etapa

Dle předešlé dokumentace jsem zanechala příkop Z1, který je sveden do svodného příkopu S2 a následně odveden do provizorního odvodňovacího systému. Rovněž jsem ponechala příkop Z2, který je též sveden do svodného příkopu S2 v jihovýchodní části. Druhá část Z2 byla prodloužena do kamenného drénu, který je sveden do svodného příkopu S1.

Poté jsem nově navrhla patní příkop (Z3). Patní příkop vede od skluzového místa až ke svodnému příkopu S2, na tento příkop navazuje provozní příkop, který má za úkol řešit místní vývěru vod.

Nad násypovým územím jsem navrhla příkop Z4 (náhradní provedení), který je přímo sveden do jihovýchodní jímky. Do skluzové oblasti jsem zvolila kamenný drén, kdy penetrační trubka má DN550, zároveň je napojen na příkop Z5.

Příkop Z5 do nějž je napojený nový kamenný drén ústí do již stávajícího vidlicového kamenného drénu, který je dále napojen na svodný příkop S1.

3.3.2 Určení průtoku příkopu

Nyní můžeme začít počítat nový návrh příkopu. Na začátku musíme vycházet ze vzorce pro **průtočnou plochu**, pro který potřebujeme nejprve znát další parametry.

$$Q_{\text{příkop}} = v S$$

Abychom se k tomuto vzorci dopracovali, je nutné spočítat nejprve **hydraulický poloměr** R , protože jsme si na začátku zvolili parametry příkopu, tak víme, že obsah příkopu S je $5,4 \text{ m}^2$. Druhým parametrem je omočený obvod O . Pro ten můžeme použít obecný vzorec pro lichoběžník a získáme velikost omočeného obvodu $7,3 \text{ m}$, proto můžeme jednoduše vypočítat hydraulický poloměr.

$$R = \frac{S}{O} = 0,738 \text{ m}$$

Kde:

$$S = 5,4 \text{ m}^2 \quad \text{Obsah příkopu}$$

$$O = 7,3 \text{ m} \quad \text{Omočený obvod}$$

Díky znalosti hydraulického poloměru jsme schopni pomocí spojení Chézyho a Manningovi rovnice vypočítat **Chézyho rychlostní součinitel** C . K tomu je potřeba znát součinitele drsnosti n . Ten si můžeme nalézt v tabulkách. Pro náš výpočet jsem zvolila drsnostní součinitel náležící k zemním kanálům (velké s podprůměrnou údržbou / malé s průměrnou údržbou), kterým náleží hodnota $0,0275 \text{ [m}^{-1/3} \text{ s]}$.

$$C = R^{2/3} \frac{1}{n} = 34,57 \text{ m}^{0,5} \text{ s}^{-1}$$

Kde:

$$R = 0,738 \text{ m} \quad \text{Hydraulický poloměr}$$

$$n = 0,0275 \text{ m}^{-1/3} \text{ s} \quad \text{součinitele drsnosti}$$

S touto znalostí již můžeme spočítat **rychlost odtoku** v , protože víme, že sklon povrchu v řešené oblasti I je 1%.

$$v = C\sqrt{IR} = 2,972 \text{ m/s}$$

Kde:

$$C = 34,57 \text{ m}^{0,5}\text{s}^{-1} \quad \text{Chézyho rychlostní součinitel}$$

$$I = 0,001 \quad \text{Sklon povrchu}$$

$$R = 0,738\text{m} \quad \text{Hydraulický poloměr}$$

A konečně díky tomu, že známe obsah i rychlost, tak můžeme spočítat průtok příkopu $Q_{\text{příkopu}}$.

$$Q_{\text{příkopu}} = v S = 16,049 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Kde:

$$v = 2,972 \text{ m/s} \quad \text{Rychlost odtoku}$$

$$S = 5,4 \text{ m}^2 \quad \text{Obsah příkopu}$$

Nyní máme spočítaný průtok příkopu $Q_{\text{příkop}}$, který budeme následně porovnávat s průtokem povrchu Q_{povrch} .

3.3.3 Určení průtoku povrchů

Než přejdeme k výpočtu průtoku povrchu, tak musíme znát **intenzitu srážek** r . Pro nás je důležité odečtení z tabulek, kde počítáme s 15 minutový deštěm a zjišťujeme H . Pro přesné určení si zvolíme srážky od 10-ti leté vody až po 200 letou vodu. Díky vzorci výše si můžeme spočítat intenzitu srážek a výsledky nalezneme v tabulce č. 3. Jednotlivá léta odpovídají periodicitě 0,005 až 0,1.

$$r = \frac{H}{T(15 \text{ min.})}$$

Kde:

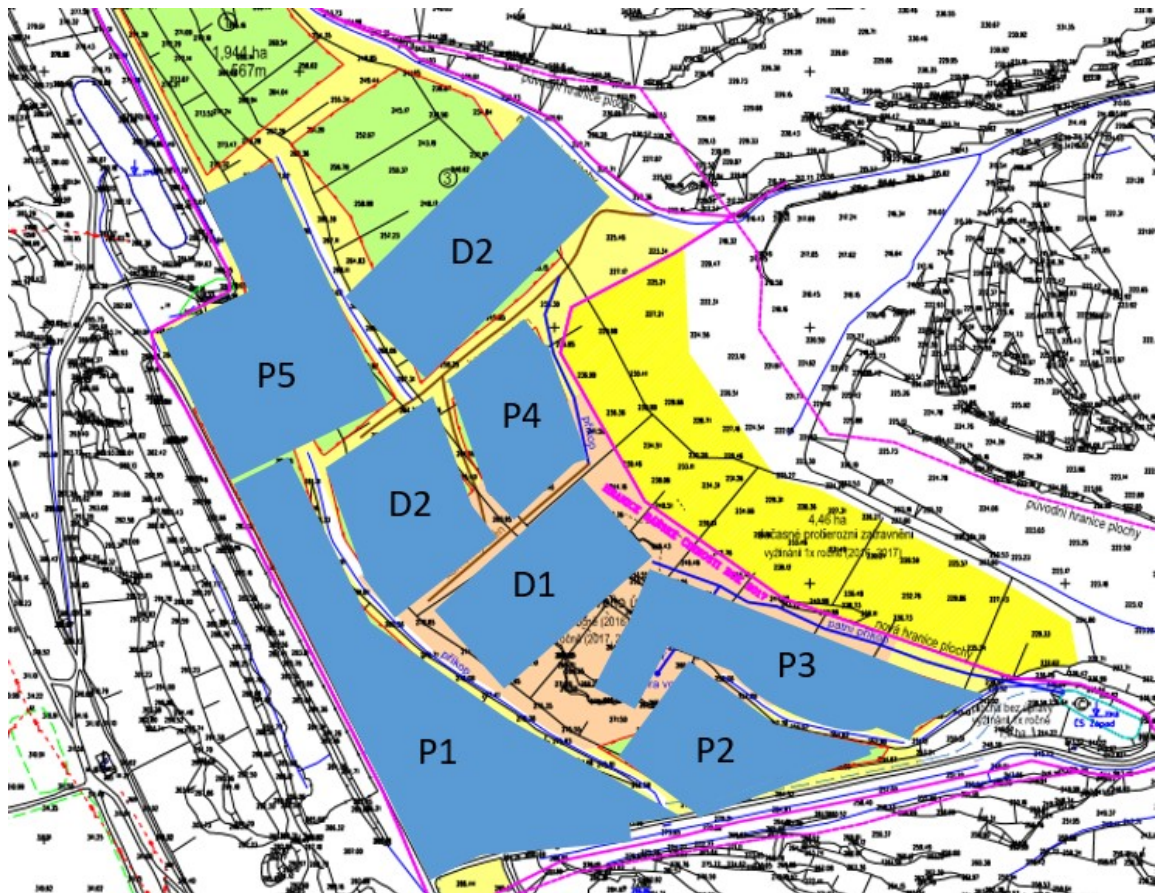
$H = \text{viz tabulka}$ Výška srážek

$T = 900 \text{ s}$ Čas

let	H (mm)-15 min	r (m/s)
200	42	$4,67 * 10^{-05}$
100	38	$4,22 * 10^{-05}$
50	32	$3,56 * 10^{-05}$
20	27	$3,00 * 10^{-05}$
10	22	$2,44 * 10^{-05}$

Tab. č. 3. – Intenzita průtoku

Dále již můžeme pomalu přecházet k výpočtu průtoku povrchu. Pro ten je nutné znát velikost jednotlivých ploch, které jsou vidět na obrázku č. 10.



Obr. č. 10. – Mapa ploch přiřazených k jednotlivým příkopům a drénům

Jednotlivé plochy byly zvoleny viz kapitola Mapové výstupy návrhu odvodnění. Spočítáním obsahu jednotlivých ploch dostáváme následující tabulku. Kde P_x a D_x je velikost jednotlivých ploch, ze kterých voda stéká do příkopů a drénů.

P_x	Plocha (m ²)
P ₁	29590
P ₂	34000
P ₃	16000
P ₄	7200
P ₅	28800
D ₁	12800
D ₂	26400

Tab. č. 4. – Obsah vybraných ploch

Nyní máme již vše potřebné pro vypočtení **průtoku povrchu** Q_{povrch} . Pro ten použijeme vzorec:

$$Q_{\text{povrch}} = P_x \cdot r \cdot O = \text{viz tabulka č. 5}$$

Kde:

$P_x = \text{viz tabulka č.4. Obsah povrchů } P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$

$r = \text{viz tabulka č. 3 Intenzita srážek}$

Výsledky průtoků povrchů a drénů P₁, P₂, P₃, P₄, P₅ pro jednotlivá léta lze nalézt v tabulce č. 5, kde vidíme, že největším průtokem je průtok ze spádové oblasti P₂ při 200 leté vodě, kde má průtok velikost 0,714 m³s⁻¹.

let	Q, P1 (m ³ .s-1)	Q, P2 (m ³ .s-1)	Q, P3 (m ³ .s-1)	Q, P4 (m ³ .s-1)	Q, P5 (m ³ .s-1)
200	0,62139	0,714	0,336	0,1512	0,6048
100	0,56221	0,646	0,304	0,1368	0,5472
50	0,47344	0,544	0,256	0,1152	0,4608
20	0,399465	0,459	0,216	0,0972	0,3888
10	0,32549	0,374	0,176	0,0792	0,3168

Tab. č. 5. – Průtok povrchu

3.3.4 Srovnání průtoků příkopu a povrchů

V této kapitole se budeme věnovat porovnání maximálního průtoku příkopu a průtoků jednotlivých povrchů. Průtok příkopu nám vyšel $16,05 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, zatímco 200 leté průtoky povrchu P2, který má nejvyšší hodnotu dosahuje pouze $0,714 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Z čehož plyne, že průtok příkopu je velmi předimenzovaný. Proto by se jeho obsah dal snížit až několikanásobně. V tabulce lze vidět porovnání průtoku příkopu a povrchu.

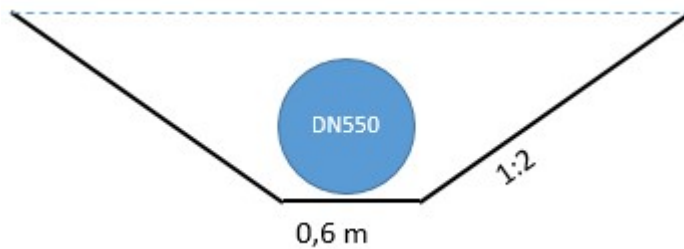
$$Q_{\text{příkop}} \approx Q_{\text{povrch}}$$

$Q_{\text{příkopu}}$		Q_{povrchu}
16,05	~	0,62139
		0,714
		0,336
		0,1512
		0,6048

Tab. č. 6. – Porovnání průtoků

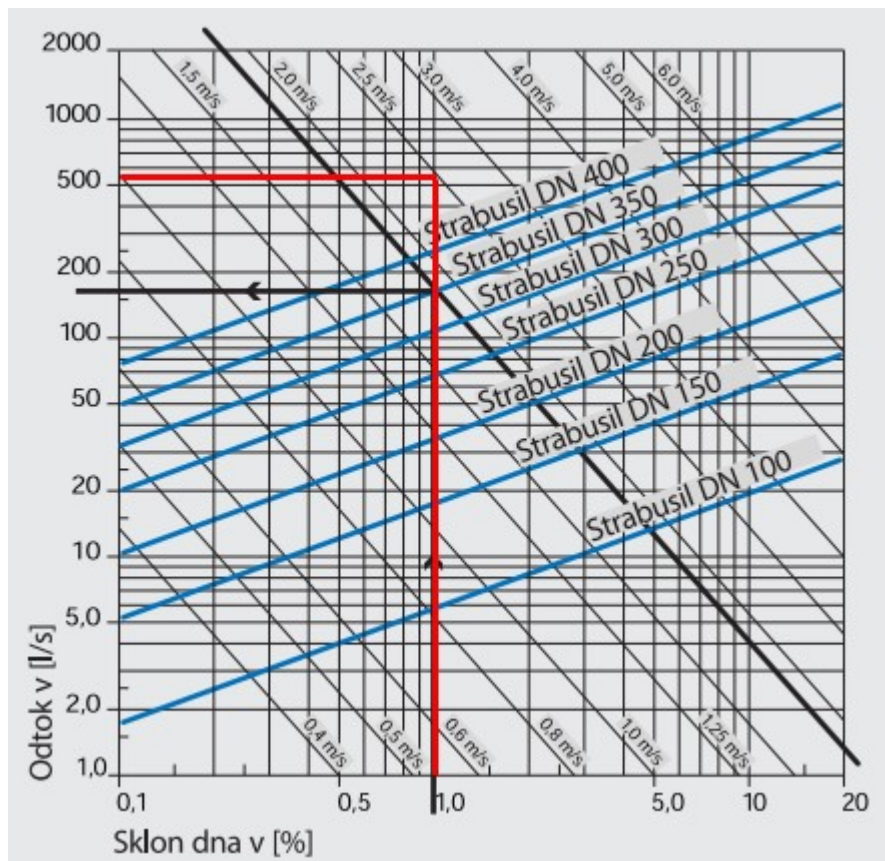
3.3.5 Výpočet kamenných drénů

Pro tento výpočet je důležité znát plochu, která náleží každému drénu. Pro názornost je na obrázku č. 11 vyznačený drén v příkopu modrým kruhem (DN550).



Obr. č. 11. – DN550

Na obrázku č. 12 lze vidět nomogram pro jednotlivé velikosti drenážního potrubí. Pro názornost jsem označila červenou čarou odtok penetrovanou trubkou při námi zvoleném DN550.



Obr. č. 12. – Nomogram pro výpočet odtoku v drénu (zdroj: katalog STRASIL-dubar.cz)

Velice důležitý je i odtok drénu, který lze vyčíst z nomogramu, kde je pro náš zvolený DN550 stanoven na $Q_{\text{drénu}} 550 \text{ l/s}$.

$$H_{D_x} = \frac{Q T 60}{D_x \ddot{o}} = \text{viz tabulka č. 7}$$

Kde:

$$Q = 0,55 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad \text{Odtok drénu (viz nomogram)}$$

$$T = 15 \text{ min} \quad \text{Čas v minutách, který je převeden na sekundy}$$

$$D_x = \text{viz tabulka č. 4} \quad \text{Obsah povrchu drénu } D_1 \text{ a } D_2$$

$$\ddot{o} = 1 - o = 0,55 \quad 1 - \text{odtokový součinitel}$$

Protože máme 2 plochy D_1 a D_2 – viz tabulka č. 4 (Obsah vybraných ploch), tak v následující tabulce jsou ke každému z drénů výsledky.

H, D1 [mm]	H, D2 [mm]
70,3125	34,09091

Tab. č. 7. – Výsledky výpočtu výšky vody v drénech D_1 a D_2

Pokud známe $Q_{\text{drénu}}$, což je dle nomogramu 550l/s, vidíme, že H obou drénů jsou minimální vzhledem k množství vody, které drény mohou odvézt z podpovrchové vody.

3.3.6 Výpočet celkového odvedení vody z výsypky

Pro výpočet celkového objemu je třeba znát celkovou délku příkopů, která činí 1100 m. Obsah příkopů S již známe, taktéž objem jímky V_j , která má odhadovanou velikost 4x7x10 m. U jímky jsem navrhla stavidla, která mohou regulovat množství vody v jímce, jež je napojena na čističku vod u již stávající provozního odvodnění lomu.

$$V = S \cdot l + V_j = 6220 \text{ m}^3$$

Kde:

$$S = 5,4 \text{ m}^2 \quad \text{Obsah příkopu}$$

$$l = 1100 \text{ m} \quad \text{Délka všech příkopů}$$

$$V_j = 280 \text{ m}^3 \quad \text{Objem jímky}$$

Nyní si můžeme spočítat **výšku vody**, kterou zvládne mnou navržený systém odvodnit. o je odtokový součinitel, který máme zvolený 0,45, zároveň známe celkový objem, který jsme si počítali výše a z mapových podkladů známe i obsah celé výsypky $S_{\text{výsypky}}$, který je dán 36460 m².

$$H = \frac{V}{S_{\text{výsypky}} \cdot o} = 379 \text{ mm}$$

Kde:

$$V = 6220 \text{ m}^3 \quad \text{Celkový objem příkopů}$$

$$S_{\text{výsypky}} = 36460 \text{ m}^2 \quad \text{Obsah výsypky}$$

$$o = 0,45 \quad \text{Odtokový součinitel}$$

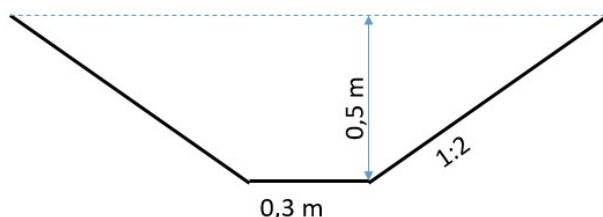
Z grafu můžeme vyčíst, že jednou za 200 let naprší 42 mm (lze vidět v tabulce č. 3) a v námi řešeném příkopě může natéct až 379 mm za 15 minut což je opět nepoměrně více, než by jsme potřebovali. Dalším příkladem velikosti mého příkopu je příklad z Jizerských hor, který drží prvenství za největší srážky během jednoho dne, což bylo 324 mm. V tento den napršela 500-ti letá voda. I takový nápor by příkop byl schopný odvést.

4 Diskuze

Tato práce poukazuje na problematiku navrhování odvodnění, kdy je nutné nejprve se s územím seznámit. V našem případě probíhala mezi první a druhou změnou odvodnění na území rozsáhlá penetrace, která měla za úkol zjistit, hloubku podmáčení celého svahu. Penetrační sondy vrtaly až do hloubky 9 m, podmáčení zasahovalo do 7 m ve skluzovém území. Zejména proto jsem navrhla soustavu příkopů a kamenných drénů, které mají za úkol odvézt jak povrchovou nebo také srážkovou vodu, tak tu podzemní.

V praktické části byl navržen příkop o obsahu 5,4 m, kdy rozměry byly zvoleny, tak aby nadměru splňovaly územní nároky na odvodnění a zároveň nebyly diametrálně odlišné od příkopů, které jsou navrhovány na výsypkách běžně. Vzhledem k porovnání průtoku příkopu a průtoku jednotlivých ploch se potvrzuje, že byl příkop předimenzován, a to mnohonásobně. Tím byl uskutečněn návrh, který má správně vykonávat svou odvodňovací funkci a to až pro extrémní množství spadané vody.

Pro ušetření finančních nákladů by bylo možné až několika násobně snížit obsah příkopu a stále by nebyl problém mít funkční odvodňovací systém. Například bychom mohli snížit velikost dna a zkrátit strany až na hodnoty 0,3 m a 0,5 m, jak je vidět na obrázku č. 13. Díky čemuž by se průtok snížil až na $0,953 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což by pro náš účel stačilo, jelikož maximální Q_{ploch} pro 200 letou vodu vychází $0,714 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.



Obr. č. 13. – Návrh zmenšeného příkopu 2

Pokud bychom zmenšovali příkop, můžeme také uvažovat o zmenšení dvou kamenných drénů navržených na výsypce. Původní návrh počítal DN550, který splňoval nároky na odvodnění až několikanásobně. Nový návrh by mohl počítat například s DN350, avšak my můžeme ponechat DN550, protože nově zmenšený příkop je schopen pojmout množství vody i v maximálním průtoku DN 550.

5 Závěr

Jedním z cílů této diplomové práce bylo popsat problematiku rekultivací, odvodňování, což bylo vysvětleno v literární rešerši. Po vysvětlení základní teorie přechází práce k praktické části, kde konkrétně popisuje vybranou výsypku. Zde jsou popsány dva návrhy, které byly vytvořeny přímo pro firmu Vršanská uhelná a.s.. Kdy jeden z těchto návrhů nebyl realizován a druhý, ač v pozmeněné formě, realizován byl, avšak přesto vzniklo skluzové místo. Proto práce přechází k poslední části, kde je počítán úplně nový návrh se mnou navrženým příkopem.

Jak již bylo zmíněno v diskusi, tak příkop byl navržen správně a tato velikost by několikanásobně stačila pro odvedení vody z oblasti. Proto by se mohl zmenšit až na obsah $0,65 \text{ m}^2$ a přesto by stále splňoval naše podmínky. Zároveň by se dali ušetřit finanční prostředky a zúžit drenáž, ale to bylo v diskusi vyhodnoceno, jako nepotřebné.

Zároveň bylo spočítáno, že z pohledu celkové výšky vody bychom se s tímto systémem dokázali vypořádat i s doposud největším objemem spadané vody v historii ČR za den.

6 Použitá literatura:

BEJČEK V., CIBULKA J., FALEŠNÍK M., KURFIRST J., MACHOLDOVÁ E., NÁPRSTEK J., NOVÁK J., ONDÁŠEK V., ŘEHOŘ M., SIXTA J., SUCHÝ B., SVOBODA I., ŠTÁDREL P., ŠTASTNÝ K., ŠTÝS S., ŠVEJDA J. 2003: Obnova krajiny na Bílinsku a Tušimicku, Severočeské doly a.s., Litvínov

BLÁHA L., SIXTA J. (1991): Výběr vhodných plodin pro rekultivované pozemky a zhoršené půdní podmínky. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha,

Československý normalizační institut, 1979: ON 73 69 33 – Odvodnění zemědělských půd – trubková drenáž, Československý normalizační institut, Praha.

Československý normalizační institut, 1979: ON 73 69 33 – Odvodnění zemědělských půd – trubková drenáž, Československý normalizační institut, Praha.

Český normalizační institut, 1994: ČSN 75 4200 Hydromeliorace – Úprava vodního režimu zemědělských půd odvodněním. Český normalizační institut, Praha.

Český normalizační institut, 1994: ČSN 75 4200 Hydromeliorace – Úprava vodního režimu zemědělských půd odvodněním. Český normalizační institut, Praha.

DIMITROVSKÝ K. (1999): Zemědělské, lesnické a hydrické rekultivace území ovlivněných báňskou činností. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.

DVOŘÁK P., 1972: Podklady pro navrhování odvodňovacích staveb. ČVUT v Praze, Praha.

GREMLICA T., CÍLEK V., VRABEC V., FARKAČ J., FROUZ J., GODÁNY J., LEPŠOVÁ A., PŘIKRYL I., RAMBOUSEK P., SÁDLO J., STARÝ J., STRAKA J., VOLF O., ZAVADIL V. (2011): VaV SP/2d1/141/07 Rekultivace a management nepřírodních biotopů v České republice: Závěrečná zpráva za celé období řešení projektu 2007-2011. Dostupné na <http://ekopolitika.cz/cs/publikace/publikace-uep/index.php>.

GREMLICA T., VRABEC V., CÍLEK V., ZAVADIL V., LEPŠOVÁ A., VOLF O. (2013): Industriální krajina a její přirozená obnova: Právní východiska a rekultivační metodika oblastí narušených těžbou. Novela bohemia, Praha

HOLÝ M. a kol., 1984: Odvodňovací stavby. SNTL, Praha.

KULHAVÝ Z. a kol., 2007: Zemědělské odvodnění drenáží – Racionalizace využívání, údržby a oprav. VÚMOP, Praha.

KULHAY F., KULHAVÝ Z., 2008: Navrhování hydromelioračních staveb. ČKAIT, s.r.o., Praha.

LHOTSKÝ J. (1994b): Skladba a stav půdního fondu ČR. In: LHOTSKÝ J. (ed.): Kultivace a rekultivace půd. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, Praha.

LUXA J. a kol. 1997: Z historie hornictví k současnosti dolování na Bílinsku, NIS, Teplice.

MZe ČR., 1995: Voda v krajině – Odvodnění. Mze ČR, Praha.

PATEJDL C. (1974): Agricultural reclamation of spoil banks and areas disturbed by industrial activities. Výzkumný ústav meliorací, Praha.

RICCHARDSON D. M., PYŠEK P., RAJMÁNEK M., BARBOUR M.,G., PANETTA F.D., WEST J.,C. 2000: Naturalization and invasion of alien plants concepts and definitions. Diversity and Disturbation 6:93-107

ŘEHOUNEK J. (2010a): Obnova těžebních prostorů může být ekologická i ekonomická. Ekologie a společnost 3/10.

SKLENIČKA P. (2003): Základy krajinného plánování. Naděžda Skleničková, Praha.

SMART P., HERBERTSON G., 1992: Drainage design. University of Glasgow, Glasgow.

SMOLOVÁ I. (2006): Těžební tvary, významná biocentra a zvláště chráněná území. Minerální suroviny, Praha.

SVOBODA I., 2002: Rekultivace Radovesické výsypky po ukončení provozu, R-princip Most, s.r.o., Most.

SVOBODA I., 2006: Sanace, rekultivace, revitalizace území lomu Bílina při postupu za územně ekologické limity, závěrečná zpráva, R-princip Most, Most.

ŠPIŘÍK F. (1994): Devastace půd těžbou nerostů a principy jejich rekultivací. In: LHOTSKÝ J. (ed.): Kultivace a rekultivace půd. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, Praha.

ŠTIBINGER J., KULHAVÝ Z., 2010: Úpravy vodního režimu půd odvodněním. ČZU v Praze, VÚMOP, v.v.i., Praha.

ŠTÝS S. 1981: Rekultivace území postižených těžbou nerostů, Nakladatelství technické literatury, NDR.

ŠTÝS S. 1995: Zelené proměny černého severu, Bílý slon, Praha.

ŠTÝS S., HELEŠICOVÁ L. (1992): Proměny měsíční krajiny. Bílý slon, Praha.

ŠTÝS S., KOSTRUCH J., NEUBERG Š., PAŘÍZEK J., PATEJDL C., SMOLÍK D., ŠPIŘÍK F., THIELE V., TOBĚRNÁ V., VESECKÝ J. (1981): Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. SNTL, Praha.

ŠTÝS S.: Rekultivace území devastovaných těžbou nerostů, Účelová neperiodická publikace odboru Ministerstva životního prostředí České republiky, Informační publikace č.3/1990 ŠTÝS S., 1990: Rekultivace území devastovaných těžbou nerostů, Nakladatelství technické literatury, Praha.

ŠVÉDA K. 1987: Hornictví II, Nakladatelství technické literatury, Praha.

ŠVÉDA K. 1987: Hornictví II, Nakladatelství technické literatury, Praha.

WAGNEROVÁ E. (2006): Rekultivace z pohledu projektanta. Minerální suroviny 3: 45

Zákon České národní rady č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu
Nařízení Vlády České socialistické republiky č. 85/1981 Sb. Dostupné na
http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_zakon-1992-334ochranaZPF.html.

7 Seznam obrázků

Obr. č. 1. – Mapa zájmového území (zdroj: vlastní).....	23
Obr. č. 2. – Mapa Vršanské výsypky (zdroj: vlastní).....	24
Obr. č. 3. - Charakter rozpuštění jílovců (zdroj: vlastní).....	30
Obr. č. 4. - Rozsáhlý sesuv na ploše DJŠ 17.....	31
Obr. č. 5. - Odvodnění Vršanské výsypky DJŠ 17	32
Obr. č. 6. - Mapa druhého návrhu odvodnění pro rok 2015 / 2016	34
Obr. č. 7. – Dimenzování příkopu.....	36
Obr. č. 8. – Mapa biologické rekultivace s nově navrženým odvodněním.....	37
Obr. č. 9. – Všechna doposud navržená odvodnění na výsypce DJŠ – 17 část II etapa	38
Obr. č. 10. – Mapa ploch přiřazených k jednotlivým příkopům a drénům	41
Obr. č. 11. – DN550	43
Obr. č. 12. – Nomogram pro výpočet odtoku v drénu (zdroj: katalog STRASIL- dubar.cz).....	44
Obr. č. 13. – Návrh zmenšeného příkopu 2.....	47

8 Seznam tabulek

Tab. č. 1.- Vzorové rozmístění skupinové výsadby na výsypce (Špiřík, 1992).....	9
Tab. č. 2.- Minimální sklony pro sběrné a svodné drén (Kulík a Kovář, 1988)	21
Tab. č. 3. – Intenzita průtoku	41
Tab. č. 4. – Obsah vybraných ploch.....	42
Tab. č. 5. – Průtok povrchu	42
Tab. č. 6. – Porovnání průtoků.....	43
Tab. č. 7. – Výsledky výpočtu výšky vody v drénech D ₁ a D ₂	45

9 Seznam příloh

- Příloha 1: Přehled rekultivovaného území
- Příloha 2: Letecký snímek vnitřní výsypky II etapa
- Příloha 3: Původní situace z roku 2014
- Příloha 4: Odvodnění - původní projekt
- Příloha 5: Biologická rekultivace a nové odvodnění
- Příloha 6: Vlastní návrh odvodnění
- Příloha 7: Výpočty k praktické části