

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta životního prostředí**

Katedra biotechnických úprav krajiny



**Fakulta životního  
prostředí**

**Hydrologický a protierozní význam mimoprodukčních biotopů v obnově  
hnědouhelné posttěžební krajiny**

**Hydrological and soil erosion control importance of non-productive habitats  
in coal post-mining landscape restoration**

Diplomová práce

Vedoucí práce: Ing. Markéta Hendrychová, Ph.D.

Diplomant: Bc. Daniel Korol

Praha, 2016

---

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra biotechnických úprav krajiny

Fakulta životního prostředí

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Daniel Korol

Krajinné inženýrství

Název práce

Hydrologický a protierozní význam mimoprodukčních biotopů v obnově hnědouhelné posttěžební krajiny

Název anglicky

Hydrological and soil erosion control importance of non-productive habitats in coal post-mining landscape restoration

---

**Cíle práce**

Cílem práce bude zhodnotit význam krajinných prvků jako jsou remízky, pásy zeleně, lesní lemy, mokré louky, úhory nebo plochy ponechané samovolnému vývoji, právě z hlediska protierozního, hydrologického a proveditelného v rekultivační praxi.

**Metodika**

Diplomová práce bude zpracována jako environmentální expertíza ve vybraném zájmovém území. V literární rešerši budou popsány tradiční a moderní přístupy k obnově krajiny a biologický význam mimoprodukčních biotopů. Dále budou popsána specifika těžebních krajín. Poté budou vypracovány dva modelové projekty s použitím příslušných softwarů, porovnány a zhodnoceny vlivy krajinných prvků z hlediska hydrologického a protierozního, případně vliv na okolní krajinu, produkční schopnosti krajiny. Výsledky mohou přispět k lepšímu uplatnění těchto prvků v rekultivační praxi.

**Doporučený rozsah práce**

50

**Klíčová slova**

mimoprodukční biotopy, ekologie obnovy, protierozní ochrana půdy, vodní režim

---

**Doporučené zdroje informací**

- FROUZ J., PRACH K., PIŤL V., HÁNĚL L., STARÝ J., TAJOVSKÝ K., MATERNA J., BALÍK V., KALČÍK J. a REHOUNKOVÁ K. 2008: Interactions between soil development, vegetation and soil fauna during spontaneous succession in post mining sites. *European Journal of Soil Biology* 4 4: 109 – 121.
- Hendrychová M. & Kabrna M. 2008: Aplikace rekultivačního výzkumu do praxe – možnost uplatnění spontánní sukcese. *Zpravodaj Hnědé uhlí* 4: 2 – 9.
- Hendrychová M. 2008: Reclamation success in post-mining landscapes in the Czech Republic: A review of pedological and biological studies. *Journal of Landscape Studies* 1: 63 – 78.
- Holý M. 1994: Eroze a životní prostředí. ČVUT. Praha.
- Janeček M. et al. 2007: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Metodika.VÚMOP. Praha.
- Pešková J., Štibinger J. (2015): Computation method of the drainage retention capacity of soil layers with a subsurface pipe drainage system. *Soil & Water Res.*, 10: 24–31

---

**Předběžný termín obhajoby**

2015/06 (červen) – FŽP

**Vedoucí práce**

Ing. Markéta Hendrychová, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 1. 4. 2015

prof. Ing. Petr Skleníčka, CSc.

Děkan

V Praze dne 08. 07. 2015

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Hydrologický a protierozní význam mimoprodukčních biotopů v obnově hnědouhelné posttěžební krajiny vypracoval samostatně, pod vedením Ing. Markéty Hendrychové, Ph.D. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Praze dne:

.....

Bc.Daniel Korol

### **Poděkování**

Rád bych poděkoval Ing. Markétě Hendrychové, Ph.D. za odborné vedení této diplomové práce a za pomoc při sběru dat v Mostě a okolí. Dále bych chtěl poděkovat Kristýně Schejbalové, že mi taktéž pomohla s posledním sběrem dat a byla mi oporou při zpracování této práce. Důležité rady mi poskytnul i doc. Ing. Jakub Štibinger, kterému taktéž děkuji.

V Praze dne:

.....

Bc.Daniel Korol

## **Abstrakt**

Předložená diplomová práce se zabývá v části literární rešerše problematikou povrchové těžby v Mostě a okolí. Zaměřuje se na změny v území způsobené povrchovou těžbou a popisuje jejich nápravu několika způsoby. Klade především důraz na vodní režim a další ovlivněné složky v přírodě. Zabývá se také detailním popsáním zájmového území a vymezením mimoprodukčních biotopů. Následující část obsahuje metodiku terénního měření – infiltračního pokusu provedenou jednoválcovou metodou, při které se zjistily průměrné hydraulické vodivosti lesů, luk, sukcesí a ruderálu. Pokus byl proveden na výsypkách lomu Československé armády, lomu Ležáky a lomu Vršany.

Klíčová slova: mimoprodukční biotopy, obnova krajiny, protierozní ochrana půdy, vodní režim

## **Abstract**

The present thesis deals with the issue of a literature review of surface mining in Most and its surroundings. It focuses on changes in the area due to surface mining, and describes their remedy in several ways. Emphasis is on water treatment and other affected constituents in nature. It also deals with describing a detailed definition of the area and non-productive habitat. The following section contains a methodology for field measurement – infiltration attempt made by a single-cylinder, during which found the average hydraulic conductivity of forests, meadows, successions and ruderals. The experiment was conducted at the lignite quarry dumps Czechoslovak army, Ležáky and Vršany.

Key words: nonproductive habitats, landscape restoration, soil erosion control, water regime

**Seznam použitých zkratk:**

ČD – České dráhy

ČR – Česká republika

ČSA – Lom Československé armády

ČÚZK – Český úřad zeměměřický a katastrální

DP – Dobývací prostor

JZ – Jihozápad

Mze- Ministerstvo zemědělství České republiky

POPD – Plán otvíry, přípravy a dobývání

SPSaR – Obecně souhrnný plán sanace a rekultivace

SZ – Severozápad

ÚSES – Územní systém ekologické stability

ZPF – Zemědělský půdní fond

## Obsah

1. Úvod .....	10
2. Cíle práce .....	11
3. Literární rešerše .....	12
3.1. Těžba a její specifika .....	12
3.2. Voda .....	13
3.2.1. Vodní režim v půdě .....	14
3.3. Vlastnosti půd na výsypkách .....	16
3.4. Eroze .....	18
3.4.1. Vodní eroze .....	19
3.4.2. Větrná eroze .....	21
3.5. Obnova krajiny .....	22
3.5.1. Lesnická rekultivace .....	25
3.5.2. Zemědělská rekultivace .....	27
3.5.3. Ostatní rekultivace .....	29
3.5.4. Hydrická rekultivace .....	30
3.5.5. Ekologická obnova .....	32
3.6. Význam mimoprodukční biotopů .....	34
3.6.1. Hydrologický význam .....	34
3.6.2. Protierozní význam .....	36
3.6.3. Přírodo-ochranářský význam .....	37
4. Metodika .....	39
4.1. Charakteristika studijního území .....	39
4.2. Lokality sběru dat .....	42
4.2.1. Lom Československé armády .....	42
4.2.2. Lom Ležáky .....	46
4.2.3. Lom Vršany .....	48
4.3. Terénní měření a zpracování dat .....	49
4.4. Infiltrační pokus .....	50



5. Výsledky.....	56
5.1. Výsledky hydraulické vodivosti .....	56
5.2. Výsledky naměřeného zhutnění .....	56
5.3. Porovnání výsledků stanovišť.....	58
6. Diskuse .....	64
7. Závěr.....	66
8. Přehled literatury a použitých zdrojů.....	68
9. Přílohy.....	89

## 1. Úvod

Hydrologický cyklus je jedním ze základních předpokladů života na Zemi. Prostřednictvím srážek se voda dostává na zem a do půdy. Záleží na mnoha faktorech v jaké míře je půda vodu schopna přijmout – infiltrovat jí. Důležitými faktory jsou vlastnosti půdy, klimatické podmínky, vegetační pokryv, topografie nebo činnosti a zásahy člověka v přírodě. Pokud je infiltrace nedostatečná, voda se mění ve škodlivý živel. Právě při těžbě dochází k přemodelování terénu, odstranění vegetačního pokryvu, vytvoření rozsáhlých jám či desítky metrů vysokých výsypek. V takové krajině má voda takřka neomezené možnosti napáchat škody.

Právě v první části této práce se čtenář dozví o specifikách těžební krajiny, které složky a v jakém rozsahu jsou ovlivněny či dotčeny. Dozví se o nejpoužívanějších termínech spojených s povrchovou těžbou. Práce se zaměřuje na vodní režim a ohrožení mladých půd v krajině, to je úzce spjato s vlastnostmi jednotlivých půd na výsypkách.

V další úseku práce jsou popsány nápravy vzniklých škod při těžbě a obnova krajiny. Velká část se věnuje samotným rekultivacím a jejich druhům, které se v ČR provádějí. V této kapitole jsou také vypsány mimoprodukční biotopy vzniklé v rámci jednotlivých typů rekultivací.

Zmíněno je i o mladém oboru – ekologické obnově krajiny, který se snaží vytvářet prostorově funkční krajinu prostoupenou vazbami a vztahy mezi jednotlivými biotopy (Lipský 1998, Prach 2009).

V třetí části literární rešerše je popsán význam mimoprodukčních biotopů v posttěžební krajině na Mostecku z hlediska hydrologického a protierozního. Pro zajímavost je zařazen i význam biologický, ve kterém se čtenář dozví o různých druzích živočichů, kteří osidlují před a postrekultivační krajinu. Závěrečná část literární rešerše se věnuje charakteristice zájmového území a míst, kde proběhlo terénní měření.

Od čtvrté kapitoly se práce v metodice a dále věnuje sběru a vyhodnocení pořízených dat. Tato kapitola obsahuje vybrané lokality s nejlepší a naopak nejhorší infiltrací, informace o výsledcích ovlivněných zhutněním půdy a celkové porovnání jednotlivých lokalit sběru dat.

## **2. Cíle práce**

Cílem práce je zhodnotit význam krajinných prvků jako jsou remízky, pásy zeleně, lesní lemy, mokré louky, úhory nebo plochy ponechané samovolnému vývoji, právě z hlediska protierozního, hydrologického a proveditelného v rekultivační praxi.

### 3. Literární rešerše

#### 3.1. Těžba a její specifika

Pro konkurenceschopný průmysl a spolehlivě zásobované obyvatelstvo elektrickou energií bez závažných výpadků a s přijatelnou cenou, je významným zdrojem energie právě uhlí. Uhlí představuje zhruba 80 % zásob fosilních paliv v Evropské unii, je zásadním prvkem v domácí energetice a je také alternativou za drahý zemní plyn a rizika, které nese ropa (Eisenvortová 2010).

Jak uvádí Jongepierová et al. (2012), v České republice je těžba nerostných surovin důležitou součástí národní ekonomiky a i přes mírný pokles v posledních letech, má stále významný dopad na krajinu a přírodu. Štýs (2009) se zmiňuje, že hnědé uhlí patří mezi hlavní energetickou surovinu ČR a největší zásoby se nachází v jižní části Krušných hor. Těžba tam probíhá několik století a od konce 19. století se začalo těžit lomovým způsobem.

Povrchová těžba, která je více používána v uhelném hornictví, devastuje a degraduje krajinu (Klimecký et al. 1997). Probíhá kontinuální technologií vybavenou kolesovými rypadly, používají se pásové dopravníky a pásové zakladače. Vznikají tak vnitřní a vnější výsypky, i přes snahu zmenšovat dobývací prostor, zůstanou na konci těžby rozsáhlé zbytkové lomy (Ondráček 2011).

Tato negativa jsou alespoň z části vyvážena téměř stoprocentní výrubností, produktivitou i výkonností a účinnými metodami zahlazování negativních vlivů těžby. Povrchová těžba je dlouhodobý životní cyklus, který je tvořen několika fázemi, od otírky, po provozní a asanační etapu. Z hlediska krajiny a těžby se jedná o dlouhodobý a velkoplošný zásah, který se dá rozdělit do 3 etap:

- první etapou je **otvírková** – v ní se zabírají pozemky a zachraňují se úrodné půdy, zbytek nadložních zemin se posléze uloží na vnější výsypku (prostor vně lomu).
- Druhá je etapa **provozní** – zakládá se vnitřní výsypka (prostor v lomu) a sypají se její vyšší etáže, část území se může začít částečně rekultivovat.
- Etapa **sanačně rekultivační** je poslední – začíná po dokončení těžby s návazností dokončených rekultivací a odstraněním škod na krajině, kdy se komplexně upraví území (Klimecký et al. 1997, Štýs 2009).

Samotná těžba má negativní následky na vodní režim krajiny (Štýs et al. 2014). Při těžbě dochází ke změnám teploty, srážek, vzdušného proudění a k místním změnám hydrologických charakteristik, jako např. hydrologická bilance, přemístění či úplné umrtvení vodního toku (Sklenička 2003, Evans et al. 2015).

Doslova se vysušuje klima a zvyšuje se teplota (Štýs et al. 2014). Ovlivňuje se vodní režim povrchový, podpovrchový i půdní (Štýs et al. 1981). Těžba působí na hydrosféru drenáží, které odvodňují dotčené území, likvidací vodotečí a vodních nádrží, výraznému snížení hladiny podpovrchových vod uvnitř lomu a naopak zvýšení hladiny u výsypek (Štýs 1990). Štýs et al. (2014) ale také píše, že bez snižování hladiny podzemní vody by lomová těžba nebyla možná. Nadruhou stranu však bývá samotná voda destabilizujícím a destruktivním činitelem na výsypkách během zakládání i poté.

U litosféry se mění především reliéf, nadmořská výška i charakter horninového prostředí, kdy během skrývky, dopravy a zakládání dochází k ničení původního horninového prostředí (Štýs 1990).

Dotčené těžbou nejsou jenom oblasti okolo lomů, ale také tzv. šedá zóna. Její velikost se určuje podle několika kritérií, pokud by se měly brát v potaz znečištěné vodní toky či emise, oblast potom překročí státní hranice. Hranice se tedy vytyčí dle vodní bilance území, dle toho se poté určí sanace území. Hranice je tedy definována jako postižené vodoteče, vysušené vodní útvary a oblasti se změněným vodním režimem povrchových a podpovrchových vod (Vlasák 2006).

Štýs (2009) také uvádí, že veřejnost nahlíží na lomovou těžbu kriticky a napomáhají tomu i akce nevládních ekologicky orientovaných organizací. Chybu nachází ve špatném hodnocení těžby v technologickém kontextu s rekultivací, kdy ekologickou stopu hodnotí pouze dočasně (tím myslí důlní pracoviště), ale sama dočasnost se stává dlouhodobou a je u neinformované společnosti vnímána jako nevratná stopa do krajiny.

Naopak Zámarský et al (2009) vidí prevenci netěžit, jako nejlepší způsob jak předejít negativním dopadům těžby, ale dodává také, že to v dnešní společnosti nelze. Vytyčuje tedy recyklaci odpadů, snižování spotřeby nerostných surovin a zvýšení využívání obnovitelných zdrojů. Udává, že další specifika vytěžené krajiny jsou následný pokles povrchu, ukládání kalů a hlušín. Následné práce se tyto problémy snaží alespoň zmírnit, pokud nejdou odstranit.

Jednou formou krajinného plánování vedoucí k obnově krajiny, tedy i ploch narušené povrchovou těžbou nerostných surovin, jsou rekultivace. Ty mají v celkovém měřítku navrátit všechny funkce krajiny a respektovat přitom i historické souvislosti a hodnoty (Sklenička 2003).

### **3.2. Voda**

Voda je všude kolem nás, v lidském těle, vegetaci, půdě a je základním fyziologickým prostředím všech živých organismů (Svoboda et al. 2011). Pod

povrchem země se voda vyskytuje v úzkém vztahu s horninami, vyplňuje je jejich prostory částečně nebo úplně (Myslil 1999).

Při přeměnách skupenství a oběhu vody v přírodě se uvolňuje nebo spotřebovává tepelná energie, voda se vypařuje z moří, jezer, řek, půdy, mokřadů i vegetace, vypaří se z povrchu, poté zkondenzuje a vlivem nižších teplot se vrátí na zemi v podobě deště. Voda tak vyrovnává tepelné rozdíly mezi ročními obdobími, oblastmi i dnem a nocí. Čím více je vody v atmosféře, tím více vyrovnává teplotní rozdíly a přispívá ke stabilitě prostředí (Kemel 1994, Svoboda et al. 2011). Hydrologický cyklus neboli oběh vody nemá začátek ani konec, zahrnuje mnoho procesů od výměny vody, chemických reakcí až po změny skupenství vody. Díky oběhu vody je zajištěno fungování klimatického systému planety Země. Voda je držitelem dalších různých látek a živin, které významně ovlivňují samotný život na Zemi (Tušil et al. 2015).

Poté voda odtéká prostřednictvím vodních toků z kontinentů do oceánů. Tento proces se nazývá velký neboli otevřený cyklus vody. Při krátkém (uzavřeném) koloběhu vody, se voda odpařuje také vlivem slunečního záření a má obdobný proces jako u koloběhu dlouhém, s rozdílem, že vypařená voda opět spadne na místo, kde se vypařila. Tzn. výměna vody, probíhá pouze nad oceánem nebo nad pevninou (Tušil et al. 2015). Oběh vody probíhá tedy v různých prostorových a časových měřítkách a uskutečňuje se ve všech sférách zemského povrchu, jako jsou atmosféra, biosféra, litosféra a pedosféra (Blažek et al. 2006).

Jak je uvedeno v § 22 v zákoně 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), v platném znění, porovnáváním přírůstků a úbytků vody, změn zásob v povodí, území či vodního útvaru za daný časový úsek porovnává hydrologická bilance.

Pokud je hodnota kladná, znamená to nasycování prostředí, naopak pokud je záporná, odvodňování. Při dopadu slunečních paprsků na odvodněné území se většina energie přemění na pocitové teplo. Proto je důležitou složkou právě voda a zásobená vegetace vodou (Svoboda et al. 2011).

### **3.2.1. Vodní režim v půdě**

Vodní režim v půdě je charakterizován několika vlastnostmi. Jsou to infiltrace, kapilarita, vlhkost, celková pórovitost, vodní kapacita či objemová a měrná hmotnost (Sklenička 2003).

Voda se v půdě také vyskytuje v několika formách:

- vodní páry – vyplňují prázdné místa,

- hygroskopická voda – vytváří kolem zrn půdy tenkou vrstvu a má znemožněný pohyb,
- obalová voda – vytváří kolem zrn půdy větší vrstvy a může nabývat pochybu,
- kapilární voda – udržuje se v pórech působením kapilárních sil,
- gravitační voda – pohybuje se prostředím pomocí gravitačních sil volně v prostředí,
- voda v pevném skupenství – nepohybuje se (Mls 1988).

Právě negativní procesy v krajině mění i vodní režim v krajině, vlastnosti a funkce půd. Snižuje se infiltrační a retenční schopnost půd a celého povodí (Janeček 2000). Infiltrace je tedy proces vsakování vody do půdy. Ovlivňuje se, jak již bylo zmíněno vodní režim půdy, vodní bilanci, zásoby podzemní vody a povrchový odtok. Za zmínku také stojí termín infiltrační kapacita, ta představuje maximální rychlost, kterou půda absorbuje vodu na jednotku plochy (Novák a Zlatušková 2012).

Pohyb vody v půdě je prostřednictvím pórů (Sklenička 2003), makropórů a skrz půdní zlomy (Meerveld a McDonnell 2006). Czachor (2006) ve svém článku uvádí, že tvary pórů jsou různé a mají proměnlivý průřez. Netvoří rovnou strukturu, nýbrž klikatou a vytváří vzájemnou pórovitou síť. Podle Myslíla (1999) jsou póry rozmístěny všestranně, záleží také na původu hornin. Velké póry se vyskytují v zeminách nebo horninách nezpevněných, jako jsou např. štěrkopísky a jejich objem dosahuje i 30 % z celkového objemu. Samozřejmě je objem pórů u zpevněných hornin menší.

Póry neobsahují pouze vodu, ale také vzduch. Voda infiltrující od povrchu země směrem do podzemí prochází vzdušným pásmem, kde může cirkulovat (Smith a Goodrich 2005, Davie 2008). V depresích či prohlubních nejdříve dochází k naplnění prostoru a poté k pokračování proudu toku dále (Meerveld a McDonnell 2006).

Překonání infiltrace a naplnění půdních pórů se voda přestává vsakovat (Smith a Goodrich 2005, Davie 2008). Při nedostatečné infiltraci vzniká povrchový odtok, který může za určitých podmínek způsobovat vodní erozi (Zdrálek 1999).

Průběh infiltrace záleží na několika faktorech, např. na množství dodané vody, na fyzikálních vlastnostech nebo na počáteční vlhkosti (Pokorná a Záborská 2008). Půda s dobře rozloženou strukturou, velkými póry a nahromaděnými půdními agregáty, obecně umožňuje lepší infiltraci než půda s malými póry (Beven a Germann 1982, Sidle et al. 2001).

Voda v půdě nazývaná volná, se dále dělí na gravitační a kapilární (jak již bylo uvedeno ve formách podzemní vody). Voda kapilární je tažena (vzlínána) směrem vzhůru povrchovým napětím a vystupuje nad hladinu podzemní vody, kde vyplňuje póry částečně nebo úplně (Kazda 1983). Vzlínání vody se zpomaluje směrem k povrchu, kde dochází k zastavení při dosažení rovnováhy mezi gravitačními a kapilárními silami (Sklenička 2003).

Právě póry menší než 1 mm a pukliny menší než 0,25 mm jsou vyplněny vodou, která je vázaná kapilárními silami (Blažek et al. 2006). Pomocí kapilárního vzlínání se dostává podzemní voda do kořenové zóny rostlin kapilárními póry. Tato zásoba vody se v průběhu vegetačního období mění, tím pádem se mění i množství vody, které se dostává do kořenové zóny rostlin. Změny zásob podzemní vody jsou přirozený jev, zapříčiněn např. bočním prouděním, nestabilitou půdních gradientů nebo vzlínáním vody směrem nahoru i klesáním směrem dolů. Kapilární vzlínání je tedy závislé na hydraulických vlastnostech půdy, druzích rostlin a klimatických podmínkách (Wessolek et al. 2011).

Během bouřek se voda v půdě pohybuje různými způsoby, dva nejdůležitější pohyby jsou pohyb podpovrchové vody a podzemní vody. Podzemní voda má velice pomalý pohyb a prochází přes saturovanou zónu, tento pohyb se vyskytuje v době bouře i době bez bouře (Toth 1963, Freeze a Cherry 1979). Naopak podpovrchová voda vzniká hlavně v době bouře, má vysokou rychlost, je v kořenové zóně rostlin a je ovlivněna vzlínající podzemní vodou (Weiler et al. 2005).

### **3.3. Vlastnosti půd na výsypkách**

Obecné fyzikální vlastnosti půd jsou určovány několika parametry. Jsou to především pórovitostí, strukturou, zrnitostí, barvou, obsahem vzduchu a vody (Šarapatka 1996). Prostředí na rekultivovaných výsypkách má odlišný charakter (Doležalová et al. 2012).

Materiál použitý na výsypkách sloužící k poslední fázi překrývání je často získán z velkých těžebních hloubek a má rozdílné vlastnosti než klasická půda na povrchu (Bradshaw 1997). Skrývka je častokrát extrémně písčité nebo jílovitá a má vysoké nebo naopak nízké pH. Další nevýhodou je chybějící organický uhlík z rostlin, naopak dost často obsahuje uhlík fosilní (Rumpel et al. 1998, Vinduškova a Frouz 2013). Na půdě bez vegetace také vzniká eroze, při které se vyplavuje vápník. Kvůli těmto nedostatkům se přechází k převrstvení orniční či sprašovou vrstvou, používají se také lokálně dostupné sorbenty, jako jsou například bentonity či slinité horniny (Čermák et al. 2000, Schwab et al. 1993). To samé potvrzuje



(Doležalová et al. 2012), kdy se během rekultivace překryje půda oligotrofními jíly a písky, ornici nebo vegetací.

Půda bez vegetace snižuje evapotranspiraci vody do atmosféry a tím přispívá k navýšení kulminačních průtoků (Griffith et al. 2012). Další negativum je velmi nízká biologická aktivita (Schafer et al. 1979, Frouz et al. 2001, Frouz a Nováková 2005).

Všechny změny v povodí spojené s těžbou a rekultivací podle Bonty et al. (1997) vedou k navýšení kulminačního průtoku, který způsobují intenzivní srážky. Tyto procesy jsou spojeny se změnami půdy před těžbou a po rekultivaci, protože má půda jiné infiltrační schopnosti. Evans et al. (2015) taktéž sledovali navýšení kulminačního průtoku a zvýšení základního odtoku během i po těžbě a rekultivaci. Zjistili, že se hydraulická vodivost po těžbě výrazně snížila na rekultivovaných plochách. Sledovaná změna byla klidně o 3 řády rozdílná, změnila se od 1. řádu až po 4. řád. Výsledky porovnávali na oblasti před těžbou s následnou rekultivací. Podle Nováka a Zlatuškové (2012) hydraulická vodivost (nasyčená) představuje rychlost, kterou se může voda šířit plně nasyceným půdním prostředím.

Rychlost tvorby půdy je různá a záleží především na jejím základním složení (Reintam et al. 2002). Podle Bennetta (1955) se 2 – 3 cm půdy tvoří stovky až tisíce let, za předpokladu dobrého vegetačního pokryvu a dobré ochrany půdy. Podle Jonáše (1972) je samotný proces změny fyzikálních vlastností závislý také na zvětrávacích procesech.

Dále záleží na klimatických podmínkách (Arhegova 2009), na vývoji vegetace (Nierop a Buurman 1998, Klaas et al. 2001, Abakumov 2008, Abakumov a Frouz 2009) a na řízených postupech obnovy oproti obnově přirozené (Abakumov a Gagarina 2006, Cerli et al. 2006, Cerli et al. 2008). Obnova plnohodnotných ekosystému na výsypkách je tedy podmíněna obnovou půdy (Frouz 1999).

Mezi další důležité faktory ovlivňující pozitivně vývoj půd patří bezesporu bezobratí živočichové (Frouz et al. 2007, Helingerová et al. 2010). Řada autorů si také všimla, že aktivita půdních organismů zvyšuje hydraulickou vodivost půdy (Springett 1970, Pawluk 1987, Tompson et al. 1990). Vytváří nory, dodávají organickou hmotu do půdy a přepravují minerální částice (O'connor 1967, Babel 1968), dále mění strukturu půdní matice. Tyto činnosti ovlivňují infiltraci vody, vytváří drenážní kanálky, tím se zvyšuje retence vody a provzdušnění (Brussaard et al. 1988).

### 3.4. Eroze

Půda je neobnovitelný zdroj, který řídí biologické, hydrologické a geochemické cykly zemského povrchu a poskytuje lidské společnosti zboží, služby a zdroje (Zhao 2013a, Berendse et al. 2015). Obdobně hodnotí půdu i Novotný et al. (2014), řadí ji mezi nejcennější bohatství každého státu. Je ohrožována celou řadou procesů, které způsobují omezení nebo až ztrátu produkční a mimoprodukční funkce. V podmínkách střední Evropy a ČR ohrožuje půdu hlavně vodní a větrná eroze, posléze to jsou i utužení, acidifikace, sesuvy, znečištění či úbytky organické hmoty.

Všeobecně se pod pojmem eroze rozumí mechanické rozrušování zemského povrchu vodou a větrem, při kterém dochází k degradaci, kdy se snižuje mocnost zemského povrchu a na druhé straně dochází k agradaci, což znamená usazování a hromadění odnesených částic (Janeček 2008).

Negativní půdní vlastnosti způsobené erozí jsou úzce spjaty s infiltrační schopností půd, objemovou hmotností a pórovitostí. Tyto veličiny ovlivňují samotný vsak vody do půdy (Deuchars et al. 1999, Casermeiro et al. 2004).

Vznik eroze ovlivňují dva hlavní činitelé, jedním z nich je geologická eroze. Ta je přirozeným půdotvorným procesem obsahující formování půdy a udržování půdy v příznivé rovnováze pro růst rostlin. Další typ eroze způsobují hlavně lidé a zvířectvo. Jejich činnosti působí zrychlenému odstraňování přirozené vegetace, což způsobí odstranění organických a minerálních částic půdy. Eroze tak vytvořila po celém světě za ohromně dlouhý čas topografické rysy, jako jsou koryta řek, kaňony či údolí (Schwab et al. 1993).

Holý (1994) dělí erozi na třífázový proces, kdy se v první fázi uvolňují částice z půdní hmoty, poté dochází k jejich transportu a následnému ukládání. Projevuje se ve dvou formách jako:

- eroze normální – ztráta půdy je v rovnováze s přirozeným vznikem nových půdních částic,
- eroze zrychlená – způsobuje odnos půdních částic a živin, které nelze nahradit půdotvorným procesem.

Na zemědělské půdě ochuzuje nejurodnější část, kdy se snižuje produktivita přírodního a zemědělského systému, zvyšuje se povrchový odtok, naopak se zmenšuje mocnost půdního profilu a výnosy na zemědělských plochách (Pimentel 2006, Li et al. 2009, Hancock et al. 2015). Podle Janečka (2012) se zvyšuje štěrkovitost, zhoršují fyzikálně-chemické vlastnosti, snižuje se obsah humusu a živin, zhoršuje pojízdnost zemědělských strojů, poškozují pěstované plodiny a

zvyšují ztráty osiva, sadby i hnojiv. Transportované půdní částice s navázanými znečišťujícími látkami zanášejí vodní toky a vyvolávají jejich zakalování, zanášejí akumulací prostory v nádržích, to poté vede ke zvýšení nákladů na úpravu vody. Dále snižují průtočnost vodních toků, zhoršují podmínky pro vodní organismy a zvyšují náklady na těžbu usazenin.

Nejvíce sedimentů se např. ve Spojených státech merických ukládá v řekách a nádržích (Schwab et al. 1993). Podle Dumbrovského (2013) jsou v ČR zanášeny díky členitému terénu nádrže a rybníky.

Pro porovnání mezi jednotlivými lety uvádí Dumbrovský et al. (2009) ve své publikaci z roku 2009 uvádí, že je v ČR degradačním procesem ohroženo více jak polovina orné půdy, což je celkově cca 1 500 000 ha. Vodní erozí je ohroženo 40 % orných půd. Novotný et al. (2014) uvádí ve své publikaci, že je vodní erozí ohroženo více jak 50 % zemědělské půdy a větrnou erozí okolo 10 %.

Batysta et al. (2015) v situační a výhledové zprávě Půda Mze uvádí, že ohrožení vodní i větrnou erozí oproti předešlým letům vzrostlo. Ohroženo vodní erozí je 67 % na zemědělské půdě a větrnou erozí 18 %. A ročně je odnášeno přes 21 milionu tun ornice, což představuje obrovskou finanční ztrátu vyčíslenou na 4,3 mld. Kč.

#### **3.4.1. Vodní eroze**

Vodní eroze se podle Holého (1994) a Skleničky (2003) projevuje nežádoucím smyvem půdy prostřednictvím unášecí síly vody. To způsobují přívalové deště, tání sněhu či kolísavý průtok vody v korytech.

Erozní procesy jsou závislé na rychlosti a tangenciálním napětí povrchově stékající vody. Záleží na mnoha faktorech, samozřejmě negativní důsledky povrchově stékající vody, tedy povrchového odtoku jsou spojené s vodní erozí. Povrchový odtok má několik fází, první je plošný odtok, který se časem mění na odtok soustředěný (Holý 1994). Vodní eroze je vyvolána dešťovými kapkami, které rozrušují povrch svojí dopadající kinetickou energií (Morgan 2005) a mění se na povrchový odtok, který definován srážkovou vodou poníženou o vsak, výpar a akumulaci v prostředí (Dumbrovský 2013). Další faktory jsou klima, vegetace, topografie území a aktuální stav půdy, záleží tedy na sklonu svahu, převládajících větrech, hnojení, vegetace v různých obdobích a překážkách zabraňující pohybu jednak půdních částic či mírnění energie dopadajících kapek (Schwab et al. 1993).

Na zemědělské půdě je zrychlená vodní eroze důsledkem nedodržování principů protierozní ochrany. Už v historii lze najít aspekty nepodporující protierozní

ochranu, jako jsou např. řemenové parcely situované delší stranou po spádnicí. Tyto kroky vedly ke zvětšení povrchového odtoku a k degradaci půd (Van Oost et al. 2000). K tomu se přidalo odstranění rozptýlené zeleně, pěstování nevhodných plodin a delimitace kultur (Sklenička 2003). Mezi rozptýlenou zeleň lze zařadit remízky, dřeviny solitérní či ve skupinách, keřové pásy, aleje, meze, úhory či drobné mokřadní prvky vhodně propojené a dostupné (Hendrychová et al. 2012).

Proti vodní erozi na zemědělském pozemku se dá bojovat třemi základními opatřeními, jsou to opatření organizační, agrotechnické a technické. Udržení ekologické stability limituje velikost pozemků a lokalizace zeleně. Protierozní opatření by měla vycházet ze společných zařízení komplexních pozemkových úprav, při navrhování jednotlivých bloků orné půdy (Janeček 2012).

Protierozní meze jsou často navrhovaným prvkem v zabránění povrchového odtoku, skládají se ze tří částí: zasakovací pás nad mezí, vlastní těleso meze a odváděcího prvku. Dřevinná skladba rostoucí nad mezí má estetické a jiné další významy, jako součást lokálního biokoridoru (Dumbrovský 1995).

Novotný et al. (2014) píší, že zasakovací pásy zachycují povrchově odtékající vodu z erozně účinného deště, kdy snižují rychlost povrchového odtoku a převádí ho na vsak do půdního profilu. Osetí je provedeno jinou než erozně nebezpečnou plodinou, např. jetelem. Tímto opatřením se sníží erodovatelnost půdy. Další použitelné prvky technického charakteru jsou například:

- příkopy,
- průlehy,
- zatravněné údolnice,
- polní cesty,
- terasy,
- ochranné hrázky či nádrže,
- protierozní meze,
- terénní urovnávky,
- asanace erozních výmolů a strží.

Právě v oblastech ovlivněné povrchovou těžbou se objevuje zrychlený odtok a následná vodní eroze (Zhao et al. 2013, Wang et al. 2014). Na výsypkách se vyskytuje, už při sypání tělesa výsypky. Dochází k erozi z malých dešťů, protože jsou nadložní zeminy s nevhodnými pedologickými vlastnostmi. Eroze zde může nabývat rýhové až stržové formy (Dimitrovský 2001). Účinná ochrana spočívá v navrácení vegetace a tím následné zredukování povrchového odtoku (Evans et al.

2004, Biemelt et al. 2005). Z toho vyplývá, že je vegetace nezbytná pro rekultivaci, ekologickou obnovu a dlouhodobou stabilitu uměle vytvořených útvarů (Miao a Marrs 2000, Sever a Makineci 2009, Bao et al. 2012, Drazic et al. 2012). Právě struktura vegetace jako je porost samotný, hustota, hloubka zakořenění a dřevní hmota ovlivňují ztrátu půdy nejvíce (Casermeiro et al. 2004).

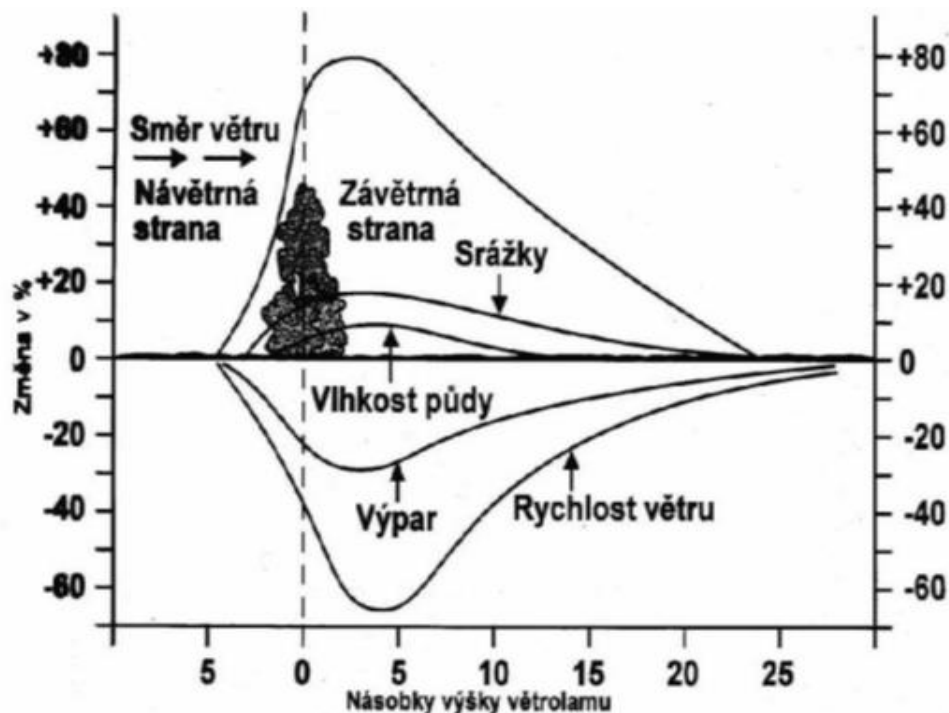
### **3.4.2. Větrná eroze**

Vítr působí na povrch půdy mechanickou silou, rozrušuje při tom půdní agregáty, které se uvolňují a uvádí se do pohybu. Jsou přenášeny větrem a po snížení rychlosti větru, ukládány zpět na zemský povrch. Tento proces se nazývá větrná eroze (Podhrázská 2014). Větrnou erozi také ovlivňuje směr a šířka řádku, fáze růstu, hustota pokrytí půdy, klimatické podmínky a druh plodiny. Širokořádkové plodiny mají nízkou ochranu proti větru a měly by se sázet proti převládajícím větrům, aby se jejich ochrana zvýšila. Lépe jsou na tom plodiny úzkořádkové s vyšší ochranou proti větrům, může se také použít částečné zatravnění (Schwab et al. 1993).

Pohyb půdních částic může nabývat více forem a pohybů, formy aerosolu (nejjemnějších částic) vzlínající v atmosféře nebo šířením skokem, kdy je odnášeno největší množství částic, až po sunutí půdních částic po povrchu (Podhrázská 2014). Obdobně se o větrné erozi zmiňuje Holý (1994), a rozděluje ji na tyto fáze:

- uvedení půdních částic do pohybu a transport (vítr překoná gravitační sílu půdních částic),
- ukládání půdních částic (při poklesu energie větru pod určitou mez).

U větrné eroze se intenzita určuje podobně jako vodní, tedy ztrátou půdy jednotky plochy za určitou dobu. Janeček (2012) definuje odnos půdy v tunách na hektar za rok a dá se proti ní bojovat také třemi opatřeními, tedy opatření organizační, agrotechnické a technické. Podhrázská et al. (2008) uvádí jako nejúčinnější ochranu proti síle a turbulentním výměnám větru ochranné lesní pásy – větrolamy.



Obrázek 1: Účinnost větrolamů (Janeček 2012).

Janeček (2012) ve své metodice také uvádí vysokou účinnost větrolamů proti větru, ale také je hodnotí velice pozitivně z hlediska omezení výparu a obohacení půdy o živiny z opadlých listů. Především keře o výšce 0,6 – 1,5 m zachycují přízemní proudění, sníh, částice unášené větrem a právě chrání půdu před přílišným zahříváním a následným velkým výparem. Dodává také, že je nutnost dbát na polyfunkčnost větrolamů, které se mohou stát doplňující zelení při plnění ÚSES nebo polní či jiné cesty. O větrolamy se musí pečovat a dělat pravidelné výchovné zásahy, tím se zlepší odolnost proti větru, nedochází k prosychání dřevin uvnitř větrolamu a lepšímu zásobování dřevin vodou.

### 3.5. Obnova krajiny

Rekultivace jsou nástrojem ke tvorbě nové krajiny, která by měla mimo jiné plnit společensko-ekonomické zájmy, hospodářskou funkci jako jsou lesnictví, zemědělství a v neposlední řadě vodní hospodářství. Celý proces je velice náročný a je důležité propojení všech článků, počínaje těžebními společnostmi, dodržování platných legislativních předpisů, zájmy odborné společnosti, ale i zájmy laické veřejnosti, spolků a místních obyvatel. Právní rámec v ČR je ukotven v několika zákonech, důležitý je horní zákon č. 44/1998 Sb., který v § 31 uvádí základní povinnosti provést nápravu devastovaných území. Dalšími důležitými zákony jsou: o ochraně zemědělského půdního fondu (ZPF) č. 334/1992 Sb. a zákon o lesích č.

289/1995 Sb., které napomáhají k provádění rekultivace. Půdu lze ze ZPF dočasně odejmout, pokud půdě bude navracena její funkce podle rekultivačního plánu, aby se po rekultivaci mohla opět vrátit do ZPF. Pokud se na půdě vytvoří nevratná změna, kdy nebude moct být vrácena do ZPF, musí se za její odnětí zaplatit jednorázový finanční odvod a trvale se odejmout. Podle zákona o lesích, plyne právnickým a fyzickým osobám, které provádí těžbu několik povinností. Např. musí na těžebních pozemcích vytvářet takové předpoklady, aby se dalo poté rekultivovat a mohlo se pozemkům navrátit jejich funkce lesa nebo, aby docházelo k co nejmenším škodám či se prováděly potřebná opatření proti případným škodám. Opět je placen poplatek za dočasné nebo trvalé odnětí pozemku.

Patří mezi ně také vodní zákon 254/2001 Sb. a zákon stavební č. 183/2006 Sb. Každý typ rekultivace se tedy řídí vlastní právní normou a na provádění dohlíží odpovídající orgány státní správy (Hendrychová et al. 2012). Na těžbou dotčených míst nezapomíná ani zákon 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny, který zajišťuje obnovu a vytváření přírodě blízkých ekosystémů.

Štýs (1990) uvádí, že rekultivaci ovlivňují další faktory. Jsou to ekologické a sociálně-ekonomické např. průmysl, zemědělství, lesnictví, vodní hospodářství, obyvatelstvo, vědecko-technická úroveň, sociálně-ekonomické podmínky a technická infrastruktura krajiny. Mezi ekologické se tedy řadí geografická poloha, topografie území, atmosféra, litosféra, hydrosféra, pedosféra a biota.

Termíny užívané v této problematice jsou podle Zámarského et al. (2009) tyto:

- sanace – náprava nepříznivých poměrů, přesněji v novelizovaném horním zákoně,
- asanace – používá se v provozní praxi, jako odstranění závadných částí,
- revitalizace – znovuoživení území ve dvou významech, prvním je rychlejší formování přírodě blízkých ekosystémů např. dosažením vhodných stromů a ve druhém vytváření podmínek pro návrat člověka do území,
- regenerace – obnova původního stavu,
- rekonstrukce – znovuvybudování něčeho, co dříve nemuselo být nejpůvodnější např. rekonstrukce staré památky oproti jejímu restaurování,
- rehabilitace – znovunabytí původních vlastností nejenom z hlediska fyzického, ale i duševního ve smyslu pověsti dané krajiny.

Rekultivace podle Sochora (2010) určitou měrou charakterizují vyspělost státu a jeho přístup k řešené problematice životního prostředí. Jelikož nelze řešit

nápravu území postiženého lomovou těžbou jako problematiku hospodaření s půdním fondem, ale měla by se řešit komplexně kvalita životního prostředí v celém regionu. Zámarský et al. (2009) vysvětlují rekultivaci jako opětovnou kultivaci, tedy zúrodnění půdy a že je k tomu podmnožinou sanace.

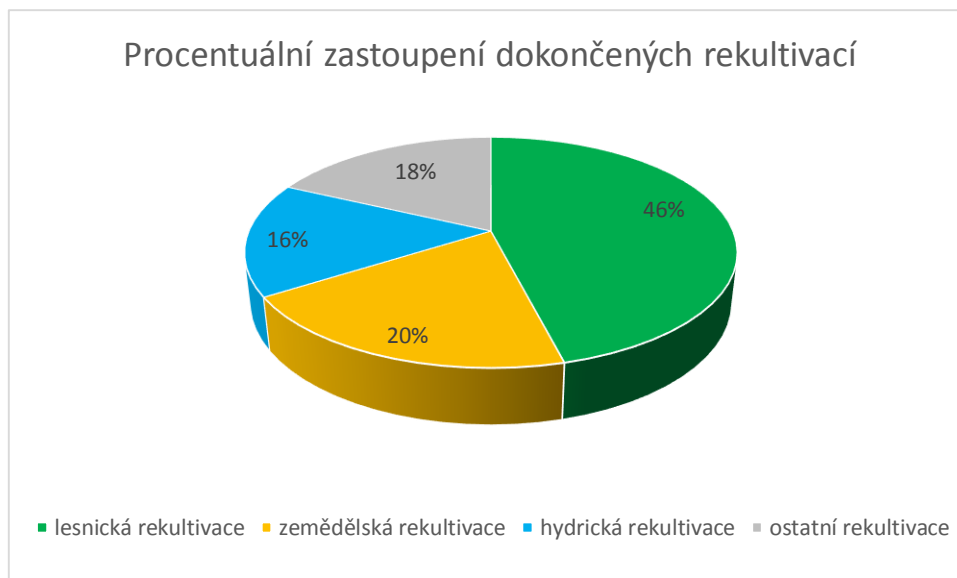
Částečná rekultivace narušené krajiny se může provádět až po určité fázi těžby a podstatná část rekultivace, až po vyuhlení nebo jiném ukončení těžby. Tento postup zanechává tzv. měsíční krajinu do doby rekultivace (Klimecký et al. 1997).

Obecně souhrnný plán sanace a rekultivace (SPSaR) řeší komplexní úpravy celého území s územními strukturami s pohledem na ekonomickou stránku. Je to základní koncepční materiál, který slouží k zahlazování důsledků z dobývání s výhledem do konce životnosti lomu. Po projednání se všemi dotčenými orgány se stává součástí Plánu otvírky, přípravy a dobývání (POPD) (Czech Coal 2006). Plány sanace a rekultivace vytváří báňský projektant, který je ovlivněn uměle vytvořeným územím z báňské činnosti. Ta jsou z báňského hlediska optimální, ale z hlediska funkce krajiny nikoliv, např. příliš prudké svahy na rychlé odvodnění a pravidelné tvary jsou jedním z překážek. Proto musí mít projektant jasnou představu o budoucím fungování krajiny a její obnově (Pecharová 2013).

Po ukončení těžby probíhá rekultivace ve dvou částech, prvním je mechanická úprava pozemku tzv. báňská rekultivace. Jsou to převrstvení pozemku vhodnými substráty, stabilizací území a odizolování dna zbytkových jam před napuštěním. Ve druhé fázi nastupuje biologická rekultivace, většinou lesnická a zemědělská. Vytváření krajiny pomocí šablon, ale vede k uniformní a méně stabilní krajině. Samozřejmě jsou zaznamenány i neúspěšné rekultivace, kvůli nerespektování fyzikálních a chemických vlastností zemin (Vlasák 2006). Svoboda et al. (2011) by navrátili vegetační pokryv ihned po ukončení těžby, nebo už při dosypávání výsyvky a při tom by respektovali přirozenou vegetaci s půdotvorným substrátem.

Na grafu níže lze vidět procentuální zastoupení dokončených rekultivací publikovaných Štýsem et al. (2014).





Obrázek 2: Procentuální zastoupení dokončených rekultivací Štýs et al. (2014).

V dnešní době se do obnovy krajiny začleňují místa s rekreačním využitím občany a vychází se také z budoucích potřeb regionu. Jsou to různá sportoviště, např. golfová hřiště, autodrom v Mostě, tenisová hřiště, dostihová dráha nebo zatápění zbytkových jam vodou (Klimecký et al. 1997). Štýs (2000) ve své publikaci uvádí, že je právě Most důkazem dobře povedených rekultivací, které daly vzniknout několika stům hektarovým lesům, pěkným parkům, vodním plochám nebo úrodným vinicím.

Kvalitně provedená rekultivace má být tedy zdravotně a hygienicky nezávadná, ekologicky vyvážená, potenciálně i efektivně produktivní, rekreačně a esteticky působivá. Má směřovat k pestré krajinné struktuře, mít vhodné zastoupení zemědělských, lesnických, vodohospodářských i ostatních rekultivací (Vráblík a Vráblíková 2009). Z hlediska půdy bylo prokázáno, že se v průběhu času vyvinou obdobné vlastnosti na těžebních půdách jako vlastnosti na půdách přirozených (Ciolkosz et al. 1985, Roberts et al. 1988, Sencindiver a Ammons 2000, Haering et al. 2004).

### 3.5.1. Lesnická rekultivace

Svoboda et al. (2011) vidí lesnické a zemědělské rekultivace jako oblasti, ve kterých bylo dosaženo mnoho úspěchů. Rekultivační postupy se staly téměř rutinní záležitostí a nadstavbou se stává obnova funkce krajiny.

Samotný lesní zákon č. 289/1995 sb. člení lesy na ochranné, zvláštního určení, hospodářské a lesy pod vlivem imisí. V § 8 jsou lesy zvláštního určení dále rozčleněny na mimoprodukční lesy, které mají nadřazenou funkci nad lesy

produkčními. Funkcemi jsou dle lesního zákona půdoochranná, vodochranná, klimatická a krajinná.

Podle Štýse (1997), Vráblíka a Vráblíkové (2009), mají funkce hlavně stabilizující, protierozní, hydrické, půdotvorné, asanační, hygienické, estetické a krajinné.

Ohranné funkce slouží především proti erozi či záplavám, globální spočívá v látkové výměně CO<sub>2</sub> a O<sub>2</sub>, místní funkce spočívají v pohlcování hluku či stínění, ochrana biodiverzity nebo ovlivňování odtokových poměrů souvisí s kvalitou vody. Sociálně – rekreační funkce jsou např. myslivost, rybolov, tvorba krajiny nebo volnočasové aktivity spočívající ve využívání lesa na sportovní účely či turistiku atd. (JWPOFEAS ECE/FAO 1993).

Lesnické rekultivace jsou podle Bažanta (2010) biologický způsob obnovy krajiny. Na výsypky se vysazují dřeviny podle vlastností výsypkového substrátu, ekologických vlastností jednotlivých dřevin a podle mikroklimatických podmínek.

Mezi mikroklimatické podmínky řadí Dimitrovský (2001) několik faktorů, teplotu, výskyt větrů, geomorfologii, sluneční svit, mlhy, atmosférické srážky, převýšení atd. Dle těchto parametrů se určí dřeviny s ekovalencí malou, střední nebo velkou. Ekovalence je definována jako ekologické hodnocení taxonů (čeleď, rod, druh) podle flexibility přizpůsobení na půdní a klimatické podmínky daného stanoviště.

Výsadba by podle Hendrychové et al. (2012) měla být spíše skupinovým způsobem smíšením dřevin, než způsobem výsadby řadovým. Nejlépe je vysazování ve směsi v kombinaci s pomocnými dřevinami, cílovými a melioračními druhy domácího původu, regionálně zapadající. Také by se měla výsadba náhodně střídat v nepravidelném sponu a měla by obsahovat náhodně vtroušené dřeviny s převládající ekologickou funkcí. Množství sazenic na hektar stanovuje Vyhláška 139/2004. Sklon svahů by měl být do 25 % a plocha výsadby je neomezená (Dimitrovský 2001). Výsadba většinou probíhá prostokořenými nebo obalovanými sazenicemi ručně do předem připravených jamek o rozměrech 35 x 35 x 35 cm. Mohou se používat i stroje. Sazenice jsou školkované a staré 2 – 4 roky. V prvních letech jsou vylepšovány okopávkami, opatřeny nátěrem proti okusu, hnojením či odbuňováním. Následná péče spočívá v prořezávkách a tvarových řezech Hendrychová et al. (2012).

V suchých podmínkách hnědouhelné pánve se nejvíce osvědčily jako přípravné dřeviny např. osika (*Populus tremula*), jeřáb (*Sorbus aucuparia*). Mezi pomocné patří např. olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), lípa (*Tilia*) a bříza (*Betula*) nebo vrby (*Salix*). Hospodářsky cenné dřeviny jsou dub letní (*Quercus robur*), dub zimní

(*Quercus petraea*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) či javor klen (*Acer pseudoplatanus*). Následná péče zajistí úspěšné založení lesního porostu (Štýs 1997). Vlivem rozvíjejícího kořenového systému dochází k mechanickému nakypření substrátu (Jonáš 1972). Rozvoj kořenového systému dosahuje maximální hloubky 40 až 70 cm, avšak kulovité kořeny se nevytváří, ale postupují směrem horizontálním (Dimitrovský a Štrudl 2000).

Například olše lepkavá (*Alnus glutinosa*) a olše šedá (*Alnus incana*) mění pH půdy. S věkem porostu se stabilizuje, tzn. u alkalických míst pH snižuje a u zásaditých zvyšuje k neutralitě. Nejvíce lze tyto změny pozorovat ve svrchních částech půdy 0 – 5 cm, s nižšími změnami i v hloubce od 5 – 10 cm (Bartuška a Frouz 2015). Vaněk et al. (1998) zjistil, že za snižováním pH výsypkových substrátů má vyšší vliv skladba dřevin, než naakumulovaná síra. Pod listnatými dřevinami došlo za 28 let ke snížení pH o 0,8, ale u monokultur jehličnatých dřevin se pH snížilo dokonce o 2,8.

Lesnické rekultivace také zvyšují biologickou aktivitu v půdě především v raných stádiích, ašak s odstupem času okolo 40 let se tento pozitivní efekt ztrácí. Pokud není rychlost lesnické rekultivace nejdůležitějším faktorem, spontánní sukcese může být vhodnou alternativou ke klasickým lesnickým rekultivacím (Frouz et al. 2007).

Další mimoprodukční biotopy lesnické rekultivace jsou podle Hendrychové et al. (2012) tyto:

- drobné bezlesí,
- lesní loučky se solitárními dřevinami,
- samovolné pochody na otevřených ploškách,
- plošky s výsevem dřevin,
- lesní porosty vzniklé samovolně,
- lesní lemy.

### **3.5.2. Zemědělská rekultivace**

Tato rekultivace zahrnuje taková opatření, jejichž výsledkem je krajina určená pro pěstování zemědělských kultur. Takto se nejčastěji rekultivují plochy rovné či mírně skloněné a oblasti navazující na zemědělskou půdu (Bartůňková 2012). Vhodný sklon svahů je maximálně 3 – 8 % a výměra pozemku nepřevyšující 5 – 10 hektarů (Dimitrovský 2001).

Nadřazenou funkcí v této rekultivaci je funkce environmentální, která směřuje k biodiverzitě rostlinných druhů, k protierozní ochraně, ke zlepšení životního

prostředí a ochraně krajiny. Do roku 1989 se tento typ rekultivace řadil před ostatní (Vráblík a Vráblíková 2009).

Nově se tedy budují louky, pastviny, vinice, sady a zahrady. Volí se mezi dvěma způsoby, jak bude rekultivace probíhat. Buď přímo bez překrytí orniční vrstvou, takto se postupuje zejména na výsypkách či druhým způsobem, kdy se zemina překryje vhodnou ornici zúrodněných zemín (Vráblíková et al. 2009). Mocnost navezené zeminy bývá okolo 0,5 m a osetí se provádí následně polními kulturami (Vráblík a Vráblíková 2009).

Další péče o půdu je dána volbou a dodržáním několika letého osevního postupu, dodáváním organické půdní složky – humusu do půdy, hloubkové kypření, používání správné agrotechniky aj. Tyto práce mají zajistit udržení a zlepšení úrodnosti půd (Dimitrovský 2001). Realizuje se 5 až 8 letý osevní postup pomocí jetelotravních směsí. Převažují hluboko a bohatě kořenící jeteloviny a traviny v poměru 70:30 (jeteloviny:trávy). Nejúspěšnější je vojtěška setá (*Medicago sativa*) obohacující i podorniči, dále to jsou komonice bílá (*Melilotus albus*), jetel červený (*Trifolium pratense*) či jetel zvrhlý (*Trifolium hybridum*) a mezi travinami to jsou ovsík vyvýšený (*Avena elatior*), srha laločnatá (*Dactylis glomerata*) nebo kostřava ovčí (*Festuca ovina*) (Štýs 1997).

Hendrychová et al. (2012) hodnotí ekologicky a biologicky cennější sady a trvale travní porosty před ornou půdou. Velmi biologicky významné mimoprodukční biotopy jsou:

- keřové pásy,
- květnaté pásy a úhory,
- soliterní či skupinové dřeviny,
- meze,
- úhory,
- remízky,
- doprovodná zeleň podél cest
- drobné mokřadní prvky (mokré louky či poldry).

Obecně biotopy zemědělské rekultivace napomáhají ke zvyšování biodiverzity, snižování eroze, spojují ostatní krajinné prvky a tím zvyšují prostupnost krajiny. Napomáhají ke zvyšování predátorů jednotlivých škůdců na zemědělské ploše, slouží jako úkryt pro zvířata či slouží jako potrava. Druhově jsou např. remízy velice bohaté, sady pak výrazně poskytují potravu. Mokré louky jsou důležitým biotopem pro mnoho druhů vzácných ptáků a bezobratlých.

### **Ruderální lokality**

Ruderální vegetace představuje místa v krajině, která člověk svým působením ovlivnil. Je to tedy flóra, která roste na územích ovlivněné člověkem a je dále ponechána samovolnému vývoji. Mezi vegetace vyskytující se na těchto stanovištích patří vegetace synantropní (tedy místa ovlivněná člověkem), tak vegetace segetální neboli plevelná, vyskytující se na obhospodařovaných místech (Pyšek 1996). Podle Vráblíkové et al. (2008) se na těchto lokalitách vyskytují ve větší míře nepůvodní druhy na úkor druhů původních. Podle Pyška (1996) mají ruderální druhy vyšší nároky na živiny a na světlo.

Samotná vegetace zabraňuje vysychání a erozi půdy, snižuje prašnost a podporuje půdotvorný proces, tím se vytváří humus. Mezi negativa patří vyšší koncentrace plísní, které mohou napadat kulturní plodiny. Některé porosty produkují vysoké množství pylů, které způsobují alergie (Kopecký a Hejný 1992).

Chuman (2012) však podotýká, že se kontrolují především invazní druhy a jejich rozšíření. Právě v ruderalizované krajině by ponechání těžebních tvarů, bez úpravy morfologie terénu a v kombinaci se spontánní sukcesí, mohlo dojít k rozšíření invazivních druhů.

### **3.5.3. Ostatní rekultivace**

Ostatní rekultivace jsou plochy multifunkčního využití. V rekultivační praxi se významně zvyšuje jejich podíl vytváření (Vráblík a Vráblíková 2009). Patří sem i cenné biotopy, které se podílejí na zlepšení životního prostředí. Mohou to být plochy náhradních xerothermních biotopů např. stepní a lesostepní společenstva. Ty se vyskytují na obnažené půdě bez provedené rekultivace (Hendrychová et al. 2012).

Podle Vráblíkové (2010) to jsou plochy, které nemají primárně sloužit pro hospodářské účely, ale mají v krajině zvýšit biodiverzitu, posílit ekologickou stabilitu. Člení se podle účelu:

- ostatní veřejná zeleň – okolo vodních toků, sportovních zařízení, sukcesních ploch a místa kolem komunikací,
- ostatní komunikace – parkovací plochy a místní účelové komunikace,
- rekreační a sportovní plochy – stadiony, jízďárny, střelnice či hřiště,
- rekreační a ubytovací zařízení – tábořiště a kempy,
- plochy pro podnikatelské aktivity komerčně využívané,
- kulturní a osvětové plochy- zoologické zahrady či skanzeny.

Hendrychová et al. (2012) ještě člení mimoprodukční biotopy ostatní rekultivace např. na písčiny, slaniska, plochy ponechanému přirozenému nebo usměrněnému vývoji, místa zatravněná se skupinovou výsadbou či sutě (kamenité plochy).

#### **3.5.4. Hydrická rekultivace**

Jezera a mokřady v ČR představují významem nenahraditelné přírodní bohatství, jelikož jsou přirozenou zásobárnou stojaté vody a plní zadržovací funkci. ČR má velmi málo jezer přírodního charakteru s porovnáním jiných Evropských států (Tušil et al. 2015). Přesně proto se nad míru hodí budovat jezera a vodní plochy v území Podkrušnohoří, které je dotčené těžbou a patří mimo jiné mezi nejsušší oblasti ČR (Svoboda et al. 2011). Nejznámější formou hydrických rekultivací bývá zatápění lomových jam (Beneš 2004). Vznikají antropogenní jezera nejčastěji po těžbě břidlic, stěrků, písků nebo kamene, v poslední době se využívá hydrická rekultivace v hnědouhelných dolech (Tušil et al. 2015). Další podstatou hydrických rekultivací je snížení povrchového odtoku během srážek a výstavba souvisejících odvodňovacích zařízeních (Beneš 2004).

Hydrická rekultivace je závislá na hydrologické bilanci vlastního povodí zbytkových jam, kvalitě vody, disponibilního množství vody i na managementu vzniklých jezer a okolní krajiny (Říhová a Ivanonová 2013). Každý povrchový lom je podle Kabrny (2013) řešen individuálně v Plánu rekultivace, ten je součástí Plánů otvírky, přípravy a dobývání. Musí se posoudit mnoho důležitých podmínek, bez kterých by napuštění nebylo proveditelné. Mezi podmínky patří jednoznačně dostupnost a kvalita vodních zdrojů pro napouštění, těsnění uhelné sloje, stabilita svahů zbytkové jámy, vodohospodářská bilance a průtočnost jezera. Další důležité podmínky, s kterými se musí počítat, jsou: opevnění břehové linie, komunikace jezera se stařinovými (důlními) vodami, terénní úpravy po ukončení důlních prací a neposlední řadě post-rekultivační využití jezera.

Aby se zajistila kvalita vody, řeší se geometrické parametry zbytkových jam. Např. jsou výhodnější hluboká jezera s mělkými částmi u okrajů, morfologie dna a svahů má být členitá horizontálně i vertikálně a sklon svahů by měl být okolo 20 %. Nemělo by se ani zapomínat vytvoření rozsáhlých mělčin pro makrovegetace tzv. mokřady (Dimitrovský 2001).

Svoboda et al. (2011) také chtějí, aby se do krajiny trpící nedostatkem vody kvůli báňské činnosti, vrátily mokřady a drobné vodní plochy. Podle Hendrychové et al. (2012) je důležitý přirozený charakter, větší zastoupení mokřadů, občasné zaplavování tůní a pozvolné břehy s širokým litorálem. Mezi zajímavé biotopy řadí

slaniska, nebeská jezírka na výsypkách nebo vodní plochy pod patami výsypek. Nejvíce je čistota vody ohrožena eutrofizací, splachy hnojiv z polí, zanášením sedimenty, užíváním herbicidů nebo těsnou a celoplošnou výsadbou zeleně v blízkosti břehů.

Právě v zatopených lomech vznikají největší jezera v ČR a do roku 2035 má v Ústeckém kraji vzniknout celkem 5 jezer. Největší má být v lomu Československé armády s rozlohou 1260 hektarů, hned po něm má být jezero s rozlohou 1050 hektarů, které vznikne z dolu Bílina (Tušil et al. 2015).

Při tvorbě nové krajiny je jeden z hlavních pilířů voda, právě v narušení hydrografické sítě budou mít nově zbudované vodní plochy nenahraditelnou funkci (Dimitrovský 2001). To také potvrzuje Štýs et al. (2014), protože po dokončení hydrických rekultivací bude objem vod dosahovat cca 2 miliardy m<sup>3</sup> vody. Tato voda bude představovat nesmírné bohatství, kvůli hlavním ekologickým problémům této doby. Neruda et al. (2013) hodnotí hydrické rekultivace a vznik vodních biotopů ekosystémově a biodiverzitně mnohem hodnotnější, než biotopy ostatních rekultivací.

Vodní režim v rámci hydrické rekultivace se řeší už při budování výsypek. Navrhuje se odvodnění, jednak se odvodňuje podloží a pak samotná výsypka. Rozhodují navedené materiály a pozdější využití. Sleduje se několik parametrů např. délka svahů, převýšení, infiltrační schopnost, množství srážek nebo reliéf. K odvodnění se používají příkopy a drenáže. Funkce na výsypce se dělí na 3 základní:

- **odváděcí funkce** – kdy se odvádějí srážkové vody při respektování erozní ohroženosti výsypky,
- **regulační funkce** – odvedení vod probíhá se zpožděním a zajištěním maximální vodnosti v recipientech,
- **samočistící funkce** – bere se v úvahu vypouštění vod z tělesa výsypky a z podloží (Dimitrovský 2001).

Každý na odvodnění výsypek pohlíží jiným způsobem, podle Doležalové et al. (2012) lze vytvořit vodní prvek, mokřad či zavodnit deprese, vzniklých právě při zakládání výsypky nebo následným sedáním materiálů výsypek. Tato místa by měla být přirozeně začleňována do rekultivované krajiny a neměla by ohrožovat stabilitu výsypek, zaplavovat stavby a pozemky. Štýs et al. (2014) souhlasí s Doležalovou et al. (2012), že se zavodněná místa na výsypkách vyskytují u jejich pat a mohou podryvat stabilitu výsypek, a že může docházet k sesuvům půdy a vodní erozi. Také se zmiňuje o rozlehlých výsypkách, kde dochází kvůli vodě k nepravidelným

poklesům, což vede k vytváření na jílovitých nepropustných lokalitách nebeských jezírek a poklesových kotlin.

Hendrychová et al. (2012) již zmiňovaným vodním plochám či ploškám přikládá mimoprodukční hodnotu a člení je celkově na:

- nebeská jezírka,
- vodní plochy pod patou výsypky,
- tůně,
- potoční nivy,
- odvodňovací příkopy,
- nádrže a jejich pobřeží,
- samotná jezera,
- ostrůvky, kosy a pláže pro avifaunu.

### **3.5.5. Ekologická obnova**

Výsypky jsou postupem času osidlovány zoocenózami, fytoocenózami a mikrobiálními společenstvy v půdních profilech. Tento vývoj záleží na mnoha faktorech a je ovlivňován klimatickými, hydrologickými a půdními vlastnostmi (Štýs et al. 2014).

Jednou z možností obnovy je mladý obor nazýván Ekologie obnovy (restoration ecology), který spojuje ekologickou teorii a praktické aplikace, dohromady směřuje k obnově narušené nebo zcela zničené krajiny. Vytváří se v rámci krajinné ekologie a zdůrazňuje začlenění obnoveného biotopu do okolní krajiny. Klade důraz na propojení všech požadovaných funkčních vazeb a prostorových vztahů (Lipský 1998, Prach 2009). Ekologická obnova využívá potenciál těžbou narušených míst a podporuje tak ochranu středoevropské biodiverzity (Jongepierová et al. 2012).

Všeobecně se má za to, že se snaží obnovit zvýšení vododržnosti, snížení eroze, často i produkce před strukturou ekosystémů. Ekologie obnovy má však vyšší cíle, kdy chce zvýšit přírodní hodnotu narušených míst. Ekologická obnova je úzce spojená se sukcesí, snaží se jí zrychlit, zpomalit či vrátit úplně zpět na začátek. V dnešní době se při obnově narušených míst využívají 3 způsoby obnovy, technické rekultivaci, využívá se spontánní sukcese nebo sukcese řízené (Prach 2009).

Celá řada studií potvrdila biologický význam sukcesních ploch, které vznikly v důsledku těžební činnosti (Galán 1997, Příkryl 1999, Vojar 2000, Prach a Pyšek 2001, Wiegand a Fehlink 2001, Hodačová a Prach 2003, Novák a Prach 2003,



Holec a Frouz 2005, Hendrychová et al. 2008, Tropek a Konvička 2008, Smolová et al. 2010, Tropek et al. 2010, Kabrna 2011, Harabiš a Dolný 2012).

Sukcese je jednosměrný vývojový proces, tvořen změnami druhového složení společenstev na stanovišti a směřuje určitým směrem, který lze předvídat. Začíná iniciálním stádiem a končí tzv. klimaxem, tedy koncovým zralostním stádiem (Lipský 1998). Právě nerektifikované výsypky, které jsou zprvu bez vegetace pomalu nerovnoměrně zarůstají a vytváří mnoho ranně sukcesních stanovišť (Prach a Hobbs 2008). Doležalová et al. (2012) píšou o samovolně vzniklé vegetaci na nerektifikovaných sukcesních plochách, že je různorodější, vzniká samovolně a především zadarmo.

Sukcese se tedy dělí na řízenou nebo spontánní (Chuman 2012). Vráblík a Vráblíková (2009) se zmiňují o spontánní sukcesi jako o přírodě blízkém ekosystému oproti technickým rekultivacím. Pokud nemá lokalita velmi nepříznivé abiotických podmínky, může se zanechat samovolnému vývoji a nemusí se technicky rekultivovat. Přesto je podle Pracha a Hobbse (2008) upřednostňována sukcese řízená, při které se lépe ovládá cílové vyvinutí sledovaných lokalit.

Řízená sukcese se vyskytuje u některých ploch, které byly opuštěny báňským provozem, a nebyla na nich provedena rekultivace (Vráblík a Vráblíková 2009). Po drobných zásazích, jako jsou výsevy travních směsí či sadby dřevin nebo drobné úpravy, se mohou tyto lokality stát krajinnými prvky a mohou doplnit již vytvořené rekultivace lesnické nebo zemědělské. Toto řešení se může uplatnit zejména v rozčlenění a dotvoření prvků v návaznosti na rekreační zónu či svahové části území (Vráblíková 2010). Řehounek et al. (2010) proto navrhuje, aby se území po těžbě okolo 20 % ponechalo přirozené sukcesi. Krajina by se měla vytvářet nejen pro potřeby člověka, ale i pro potřeby ostatních organismů.

Odborníci zabývající se přírodě blízkými způsoby obnovy narušených míst či území, se podle výsledků z výzkumů provedených v ČR a zahraničí shodují, že by rozloha ploch, na kterých je přirozená nebo spontánní sukcese, měla mít přibližně 25 % z celkové rozlohy území. Toto číslo však není neměnné, vždy se musí brát ohled na stanovištní podmínky. Velkou výhodou je cena 1 ha rekultivovaného sukcesí, která je od 10 – 50 tis. Kč. Technická rekultivace stojí okolo 0,5 mil. Kč. (Gremlica et al. 2011).

Zatímco na rekultivovaných plochách nalezneme běžné druhy živočichů, u ploch sukcesních se vyskytují především živočichové ohrožení či vzácní a vázané na určitý typ stanovišť (Prach 2003, Konvička et al. 2005, Hendrychová 2008, Hendrychová et al. 2009).

Sukcese se dále rozděluje na primární a sekundární. Na Mosteckých výsypkách hned po nasypání začíná primární sukcese, ta probíhá právě na substrátech bez půdy, semen či jiných rozmnožovacích částic rostlin. Jsou to výsypkové hlušiny či písčiny. Sekundární sukcese probíhá na stanovištích s dřívější vytvořenou půdou, semena tam odváne vítr nebo přinesou živočichové (může i člověk). Zprvu osidlují lokality jednoletky např. lebeda lesklá (*Atriplex sagittata*) i rdesno blešník (*Persicaria lapathifolia*), poté se přidají dvouletky např. bodlák obecný (*Carduus acanthoides*). Toto stádium trvá okolo 5 let s 30 % pokryvností území. Během 5 – 15 let převládnu vytrvalé byliny a traviny, až po 20. roce se začnou vyskytovat dřeviny a může se bez větších změn vyskytovat i 50 let (Prach et al. 2009).

Podle Bradshawa (1997) se přirozená sukcese nemá požívat na místech s extrémními půdními podmínkami, protože tyto podmínky brání v růstu rostlin. Negativně ovlivňují rostlinu např. toxicitou či velkými rozdíly v teplotách. Sukcese se tedy musí požívat na místech k tomu vhodných.

Optimálním způsobem je kombinace technické a biologické rekultivace s přírodě blízkými způsoby vycházející ze sukcese (Gremlica et al. 2011).

Např. u odnětí zemědělské půdy se platí dočasné odnětí, musí se však navrátit po rekultivaci zpět do ZPF. Navíc se musí udělat geologický průzkum a zjistit hladinu podzemní vody, uvedeno v § 9 zákona o ZPF, v platném znění.

Sukcese v legislativě ukotvena takovým to způsobem není, nemá jednotný typ, jako např. u lesa, který má v lesním zákoně jasnou definici, jak musí vypadat. Sukcese nic takového nemá (Řehounek et al. 2013).

### **3.6. Význam mimoprodukční biotopů**

Mezi základní funkce mimoprodukčních ploch lze řadit esteticko-krajinářské, přírodo-ochrannářské či ekologické funkce (Hendrychová et al. 2012). Samotné výsypky zaujímají v ČR okolo 279 km<sup>2</sup>, proto by se tedy neměl podceňovat jejich ochrannářský význam, ani jiných těžbou dotčených míst (Vojar et al. 2012).

#### **3.6.1. Hydrologický význam**

Pro člověka mají bezpochyby větší význam jezera sladkovodní, například v aridních pásmech, kde převládá výpar nad srážkami. Obdobný význam pro člověka mají mokřady, rašeliniště a slatiniště, které svými vlastnostmi napomáhají k rozšíření fauny a flóry (Blažek et al. 2006). Přesně proto se nad míru hodí budovat

jezera a vodní plochy v území Podkrušnohoří, protože patří mezi nejsušší oblasti ČR. Výpar z volné hladiny je větší než srážkový úhrn (Svoboda et al. 2011).

V mnoha případech se prokázalo, že po rekultivaci nedochází k sezónnímu kolísání srážko-odtokových procesů jako před obdobím těžby (Bonta et al. 1997).

Nově vzniklé vodní plochy totiž ovlivňují teplotní charakteristiky, jako jsou tepelná kapacita, tepelná vodivost, drsnost povrchu a změny albeda vody oproti okolnímu pevnému povrchu. To má za následek změnu okolní teploty a vlhkosti vzduchu. Nejvíce se to projevuje v teplé části roku, kdy má teplota vody v jezeře nižší hodnotu než okolní vzduch. Tím dochází k ochlazování vzduchu vodou, napomáhá tomu výrazně i vítr a nízká relativní vlhkost. Naopak při vyšší teplotě vody než vzduchu, je vliv jezera výrazně nižší, tento stav se projevuje nejvíce v noci a brzo ráno. Při bezvětří dochází k nasávání vzduchu z okolí nad jezero, kde je ochlazován. Relativní vlhkost dosahuje vysokých hodnot. Při větších rychlostech větru dochází k mírnému oteplení, které však skončí po další zvýšení rychlosti větru (Bartůňková et al. 2014). Další důležité funkce, které mají hydrické rekultivace, jsou bezesporu protipovodňová ochrana v době přívalového deště nebo naopak v období sucha jsou zdrojem pro závlahy (Štýs et al. 2014).

Další vodní plochy vznikají u pat výsypek tlakem tělesa na povrch (Vojar 1999). Právě mokřady se velice často vyskytují u pat výsypek, protože se tam nachází příznivé stanovištní podmínky s dostatečnou vlhkostí a splavenými živinami. Velice často tyto místa osídí orobinec širokolistý (*Typha latifolia*) nebo rákos obecný (*Phragmites australis*). Pokud se tento typ sukcese zachová, vzniknou cenné biotopy (Prach et al. 2009).

Nevýhodou je technická rekultivace, jelikož dojde k zarovnání a odvodnění terénu, popřípadě se naveze orníční vrstva. Původně rozmanité prostředí je zničeno a je nahrazeno rovnou plání. Jsou zakládány větší nádrže na úkor drobných malých tůní. Bez technické rekultivace se dají drobné tůně počítat na stovky, tento systém nedalekých tůní vyhovuje především obojživelníkům. Díky těmto tůním vznikají ubývající životaschopné meta-populační struktury. Hornojihetínská výsypka má na nerekulitované části ve vzdálenosti 300 metrů od jednoho jezírka, dalších 18 jiných jezírek. S porovnáním, na rekultivované části jsou jezírka pouze čtyři (Doležalová et al. 2012). Tato nebeská jezírka se vytvořila také na lomu Obránců Míru a jejich počet dosahuje okolo 50 (Vojar 1999, Štýs et al. 2014). Nebeská jezírka ovlivňují hlavně režim podzemních a půdních vod, a všechny faktory klimatu. Jsou to faktory slunečního záření, teplotní faktory, vlhkostní či vzdušné proudění, tvorbu mlh či inverze. Všechny tyto faktory se podílejí na povaze mikroklimatu a částečně i mezoklimatu (Štýs et al. 1981).

Bylinná vegetace na mladých výsypkových půdách, kterou zkoumali Fields-Johnson et al. (2012) zvyšuje infiltraci vody prostřednictvím stonků a kořenů, které vytváří kanálky pro její pronikání do půdy. Ritter a Gardner (1993) ve své publikaci uvádí, že v počátcích sledoval nízkou infiltraci na těžebních lokalitách, která se však zlepšila po dlouhých 12 let, téměř na 3 cm za hodinu. Shukla et al. (2004) provedl studii v Ohio na důlních půdách starých 26 let, na kterých se vyskytovaly louky. Z výsledků zjistil, že se zlepšila infiltrace a její hodnota dokonce převýšila infiltraci na půdách přirozených, které měly podobný terén a hospodaření. Nicméně Simmons et al. (2008) v Marylandu zjistil, že na sledovaných malých povodích jsou velmi nízké hodnoty infiltrace u zhutněných důlních půd starých 15 let. Hodnoty infiltrace byly okolo 3 mm za hodinu. Hodnoty porovnal s přilehlým přirozeným lesem, u kterého byla infiltrace 300 mm za hodinu. Došel k závěru, že stejný čas na různých místech neovlivní stejně infiltraci a nebude nabývat shodných hodnot, ale bude se změna a hodnoty infiltrace lišit.

Tyto procesy sledovali i Deuchars et al. (1999) a Casermeiro et al. (2004) a zjistili, že interakce mezi rostlinami a půdou mohou zlepšit jednak půdu a naopak i růst rostliny. Samotný uhlík obsažen v půdě zvyšuje tvorbu půdních částic, které pak snižují odtok a tím pádem i půdní ztrátu.

Velice důležitý je také proces hromadění a transformace organických látek či materiálů. Hromadění organického uhlíku totiž kladně mění fyzikální a chemické vlastnosti půdy. Díky tomu se zvýší zadržování většího množství vody a tím vodní kapacita, obsah živin a objemová hustota zeminy (Allison 1973, Leeper a Uren 1993, Begon et al. 1996, Herrick a Wander 1998).

### **3.6.2. Protierozní význam**

Samotné rekultivace výsypek jsou navrženy tak, aby na nich eroze nevznikala. Volí se optimální délka svahu, sklon a vychází se z druhu použitých zemín (Dimitrovský 2001).

U zemědělské rekultivace se bere návrhový déšť 5 let u travních porostů, a 10 let u orné půdy. Pokud se navrhuje ochrana intravilánu, komunikací, těžebních prostorů nebo vodních zdrojů, navrhuje se velikost srážky na dobu opakování až 50 let. U lesnické rekultivace je doba opakování erozních dešťů stanovena na 5 let, pokud je požadavek větší, vychází se z rekultivace zemědělské (Dimitrovský 2001). Podle Hendrychové et al. (2012) je jedním ze základních principů zalesňování ochrana půdy před erozí.

Vegetativní prvky mohou snižovat kinetickou energii dopadajících kapek, zvyšovat drsnost povrchu půdy, bránit vzniku povrchového odtoku a zvyšovat

infiltraci. Vegetační vývoj zlepšuje fyzikální vlastnosti půdy, pevnost, strukturu a zvyšuje organickou hmotu v nejsvrchnějších částech půdy. Díky vyšší infiltraci je logicky menší povrchový odtok (Smith a Goodrich 2005, Davie 2008, Gao et al. 2009), čím je menší povrchový odtok, tím je i menší pravděpodobnost vzniku eroze.

### 3.6.3. Přírodo-ochranářský význam

Při povrchové těžbě hnědého uhlí se zemina sype pomocí nakladačů do pravidelných členitých tvarů, tato morfologie je doslova stvořená pro heterogenitu prostředí.



Obrázek 3: Členitá morfologie terénu výsyvky (Hendrychová et al. 2012).

Zavadil (2007) ve své publikaci uvádí, že prostředí uměle vytvořené člověkem, tedy výsyvky, lomy či pískovny jsou spontánně osidlovány organismy z okolní krajiny a např. obojživelníci jsou hojněji zastoupeni než v okolní krajině.

Jsou to např. kriticky ohrožená kutilka (*Bembix tarsata*), vyskytující se na jedné části Střimické výsyvky, v místech kde se nevydařila rekultivace a kyselý substrát zahubil téměř všechnu vysázenou vegetaci. Zůstal tedy obnažený substrát s ostrůvkovitým výskytem řídké vegetace (Srba a Tyrner 2003).

Dalšími živočichy jsou obojživelníci vyžadující různé typy a terestrické vzájemné biotopy, které během života střídají. Jelikož mají omezené pohybové schopnosti a jsou citliví vůči bariérám v krajině, jsou vhodnými indikátory zobrazující pestrost, kvalitu a propojení jednotlivých biotopů. Lze tedy odhadovat místo jejich výskytu za cenné (Vojar et al. 2012).

A právě obojživelníci jsou živočichové objevující se na výsypkách díky svým ekologickým nárokům. Vážou se na pestrou krajinu, ve které se vyskytují rozmanité propojené vodní plochy. Vyhovují jim také disturbance v různých fázích sukcese (Zavadil et al. 2011). Většina obojživelníků vyskytujících se v okolí Mostecka je schopna osídlit i nerekulturné plochy. Patří mezi ně například ropucha zelená (*Pseudepidalea viridis*), skokan skřehotavý (*Pelophylax ridibundus*) na Mostecku či

na Sokolovsku ropucha krátkonohá (*Epidalea calamita*), skokan zelený (*Pelophylax esculentus*) (Příkryl 1999, Vojar 1999, Zavadil 2002, Vojar a Doležalová 2003).

U jezera Most bylo např. v roce 2013 sledováno okolo 146 druhů ptáků, z toho bylo u nově zaznamenaných druhů několik druhů vzácných. Nejvíce nových druhů se objevilo mezi podzimem až jarem, kdy dochází k migraci. Seznam si je možné prohlédnout na [www.mosteckejezero.cz](http://www.mosteckejezero.cz). Vysoký počet druhů ve sledované lokalitě je dán pestrými stanovištními podmínkami a nově vzniklými antropogenními ekosystémy (Neruda et al. 2014). Běžné ptactvo, které se vyskytuje na území v celé délce hnízdění, je např. husa velká (*Anser anser*), kopřivka obecná (*Anas strepera*) či rákosník proužkovaný (*Acrocephalus palustris*). Významné druhy jsou početně méně zastoupeny, jsou to potápka malá (*Tachybaptus ruficollis*), polák chocholačka (*Aythya fuligula*) lyska černá (*Fulica atra*) či čejka chocholátá (*Vanellus vanellus*) (Šťastný et al. 2006). Potravně a hnízdně vázané ptačí druhy nacházející se na rekultivované ploše v okolí jezera Most jsou charakteristické pro těžební nebo posttěžební krajinu. Těmi jsou např. linduška úhorní (*Anthus campestris*), konipas luční (*Motacilla flava*) nebo bramboráček černohlavý (*Saxicola torquata*) (Neruda et al. 2014).

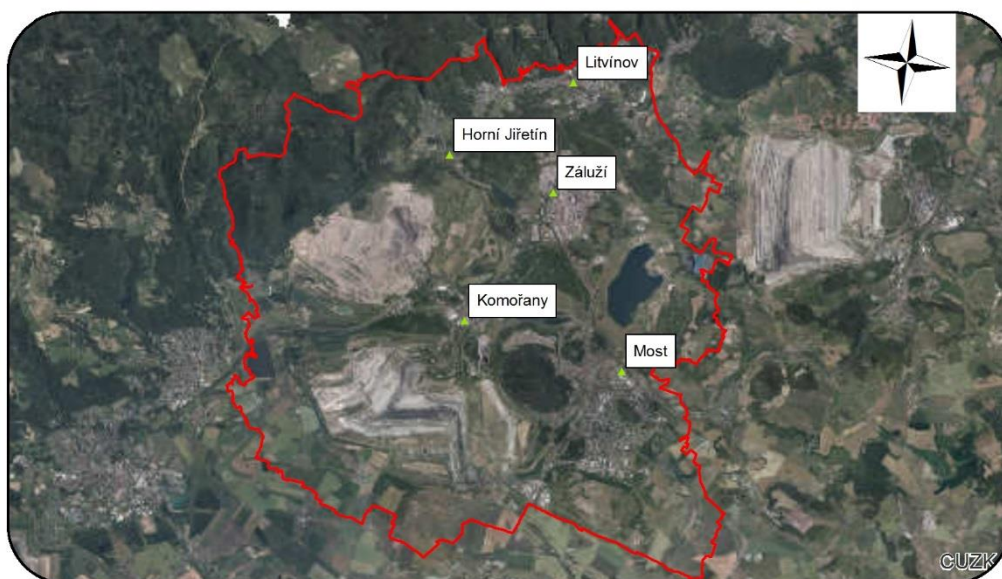
Byly tam také sledovány celé řady blanokřídlých, motýly, vážky, atd. (Tichánek 2011). Mezi blanokřídlé, které tam byly nalezeny, patří např. kriticky ohrožená dlouhoretka obecná (*Bembix tarsata*) či ploskočelka (*Halictus leucaheneus*). Dominantně zastoupeny na rekultivovaných plochách jsou např. včela medonosná (*Apis mellifera*) či vzácné včely (*Lasioglossum pauxillum*) a (*Osmia rufohirta*). Naopak na nereakultivovaných plochách byly dominantně zastoupeny druhy z červeného seznamu, např. pískolib (*Bembecinus tridens*) a (*Diodontus minutus*). Největší počet chráněných druhů byl zaznamenán na Radovesické výsypce, právě na studijních místech vyhrazených pro botanické a zoologické studie (Hendrychová a Bogusch 2016).

## 4. Metodika

### 4.1. Charakteristika studijního území

Zájmová oblast se nachází v katastrálním území Mostu a Litvínova v Ústeckém kraji. Celé území se nachází v nedaleké blízkosti Krušných hor v Mostecké pánvi.

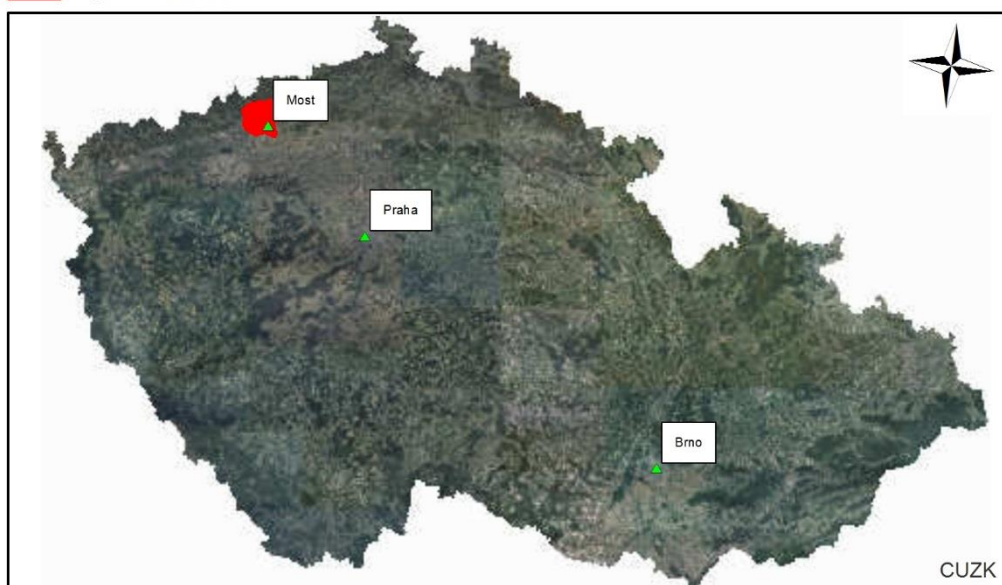
#### Zájmové území



#### Legenda

- ▲ Města a obce
- ▭ Zájmové území

0 1 2 4 6  
Kilometry



#### Legenda

- ▲ Města
- ▭ Zájmové území

0 20 40 80 120  
Kilometry

Souřadnicový systém: S-JTSK  
Podkladová data: ČÚZK  
Vypracoval: Bc. Daniel Korol, © Praha, 2016

Obrázek 4: Zájmové území (podklad: ČÚZK).

Pánevní oblast se táhne od Chebu až po Ústí nad Labem, dotčené jsou města Sokolov, Karlovy Vary, Chomutov, Most, Teplice a z části i Louny. Oblast je vymezena severozápadně masivem Krušných hor a z jihovýchodní strany Slavkovským lesem. Předěl mezi Sokolovkou a Severočeskou pávní tvoří Doupovské hory a jihovýchod zasahuje až k Českému středohoří, celková rozloha pánevní oblasti je okolo 1800 km<sup>2</sup> (Klimecký et al. 1997).

Krušné hory jsou považovány za předhercynskou kru, která se formovala během hercynského vrásnění a včlenila se do variského horstva na rozhraní starších a mladších prvohor. Uhelná ložiska se začala tvořit v miocénu (Váně 1958). Mezi Krušnohorským masivem, Českým středohořím a Doupovskými horami se vytvořila rozsáhlá nádrž, která byla pomalu usazována jíly a vulkanogenním materiálem, které začali stlačovat rašelinu pod sebe. Geologové přišli na zajímavé poznatky, že rašelina mohla být vysoká až 200 metrů, nepředstavitelný tlak a teplota z ní udělal vrstvu uhlí o mocnosti okolo 20 metrů (Štýs a Helešicová 1992).

Nadloží mocné sloje je tvořeno převážně miocenními jíly, písky a různými směsy. Pod úpatím Krušných hor se pak vyskytují vrstvy hrubozrnných usazenin tvořeny sprašemi a sprašovými hlínami, které jsou vynikajícím substrátem (Štýs et al. 2014).

Nejvíce jsou zastoupeny černozeře modální, černozeře modální karbonátové a luvické. Černozeře hnědozemní se vyskytují v západní části pánve a v okrajových oblastech se nachází pelické a typické hnědozeře a kambizeře. Toky jsou lemovány nivními půdami. V oblastech povrchové těžby jsou zastoupeny i jílovité půdy s příměsí šterku či šterkopísku. V posledních letech přibýly i tzv. kultizeře, které vznikají za pomoci člověka kultivačním procesem na výsypkách a lomech (Culek et al. 2013).

Oblast má nízký roční úhrn srážek, ten činí okolo 500 mm a poměrně vysoké průměrné roční teploty okolo 8,6 °C. Díky členitému terénu se často vyskytují mlhy, k největším řekám patří bezpochyby Bílina a Ohře. Výškový rozdíl Krušných hor je od 250 m až po 900 m (Štýs a Helešicová 1992). Odvodňována je dvěma hlavními řekami Ohří a Bílinou. Převládají větry ze západního kvadrantu, tedy ze SZ a JZ (Štýs et al. 2014).

Území Podkrušnohoří tedy patří mezi nejsušší oblasti ČR, kde je výpar z volné hladiny větší než srážkový úhrn. Důkazem je i zřetelný pokles dešťových srážek ve 20. století o 15 %, za který mohou odvodnění krajiny a ztráta vody z krátkého cyklu. Z historických záznamů je jasně vidět, že vody bylo v krajině dostatek, ta se akumulovala v pánevní kotlině, kde byly jezírka, tůně i mokřady (Svoboda et al. 2011).



Mostecká pánev je ovlivňována teplým klimatem, což odpovídá charakteru přirozených doubrav. Většinová část se však řadí mezi sféry dubohabřin a lipových doubrav (Štýs et al. 2014). Na rostlinstvu vyskytující se od nížin po horní části Krušných hor lze sledovat vegetační pásmovitost. V údolních částech rostou vrby, olše, vrbo – topolové luhy či jilmy a topoly. Výše navazuje bukovo – dubové pásmo, lípy, javory, smrky či jeřáby. V podrostu rostou trnky, hlohy, dřínky nebo ptačí zoby. Pastviny jsou bohaté na bodláky nicí (*Carduus nutans*), papratky (*Athyrium*), sasanky hajní (*Anemone nemorosa*), kapradě samce (*Dryopteris filix-mas*) atd.

Fauna, která se v oblasti vyskytuje, se hodnotí jako klasická středoevropská, ale je ovlivněná nízkým počtem lesních společenstev, ovlivněných také devastací krajiny způsobenou těžbou. Mnoho druhů včetně zvláště chráněných osidluje lokality výsypek a okolí lomů. Mezi přirozenou faunu hercynského původu je běžný výskyt ropuchy krátkonohé (*Bufo calamita*) či ježka západního (*Erinaceus europaeus*). Na původních stanovištích lze nalézt teplomilnější druhy, např. myšici malookou (*Apodemus microps*) nebo nesytka českou (*Pennisetia bohémica*). Drobné vodní nádrže jsou osidlovány např. rybákem obecným (*Sterna hirundo*), moudivláčkem lužním (*Remiz pendulinus*) či rackem bouřním (*Larus canus*) (Culek et al. 2013). Významně jsou zde zastoupeny např. křeček polní (*Cricetus cricetus*), tchoř stepní (*Mustela eversmanni*), strnad luční (*Miliaria calandra*), mlok skvrnitý (*Salamandra salamandra*), ještěrka živorodá (*Lacerta vivipara*), užovka hladká (*Coronella austriaca*) (Beneš 2004).

V zájmovém území se nachází maloplošné chráněné území na Kopitské výsypce, která je taktéž Evropsky významnou lokalitou. V severní části je zóna zvýšené péče o krajinu Eeconet. V území se nachází několik regionálních biokoridorů např. z Jezeří na Kopitskou výsypku či Zlatník – Jánský vrch a několik regionálních biocenter (AOPAK 2016).

O obyvatelích se zmiňuje Vlasák (2006), už od pravěku byla oblast hustě osídlena a od raného středověku ještě existovalo rozměrné Komořanské jezero, které obklopovaly močály a rašeliniště. Od první poloviny 13. století až do poloviny 19. století, se osady shlukovaly pod Hněvínem a tehdy vzniklo město Most. Obyvatelstvo hospodařilo v několika odvětvích, především v zemědělství, řemeslné výrobě, vinařství či obchodu. Krajina Podkrušnohoří a Českého středohoří byla plná rozsáhlými vodními plochami a různorodými ekosystémy. Vyskytovaly se v ní jezírka, mokřady a vodní toky (Říhová a Ivanovová 2013).

Od druhé poloviny 19. století se začali otevírat uhelné doly, které nebyly významně hluboké, ale časem kdy vzrostl zájem o uhlí a začala těžba pokračovat do větších hloubek a posléze vznikaly i povrchové lomy. Kvůli nedostatku

pracovních sil se spustila migrace za prací a tím se také odstartovala devastace přírody a krajiny jako jí známe dnes (Vlasák 2006).

## **4.2. Lokality sběru dat**

Sběr dat se provedl na lomech Ležáky, Vršany a Československé armády, respektive na jejich výsypkách.

### **4.2.1. Lom Československé armády**

Lom Československé armády patří mezi největší hnědouhelné lomy v ČR. V jeho místě se nacházelo mnoho vodních útvarů, musely však ustoupit těžbě (Vráblíková et al. 2008, Příklad a Havel 2010).

Těží se zde kvalitní uhelná sloj o mocnosti 30 metrů s nadložím o mocnosti 150 metrů. Roční těžby dosahovaly okolo 7 milionu tun uhlí, při skrývce přes 25 milionu tun m<sup>3</sup> nadložních zemin. Dnes se výrazně těžba snížila na 2 miliony tun ročně kvůli těžebním limitům. Což znamená pokračování do roku 2021 (Štýs et al. 2014). Pokud se limity prolomí, bude se pokračovat 2. etapou.

Těžba v lomu ČSA měla probíhat ve 4 etapách:

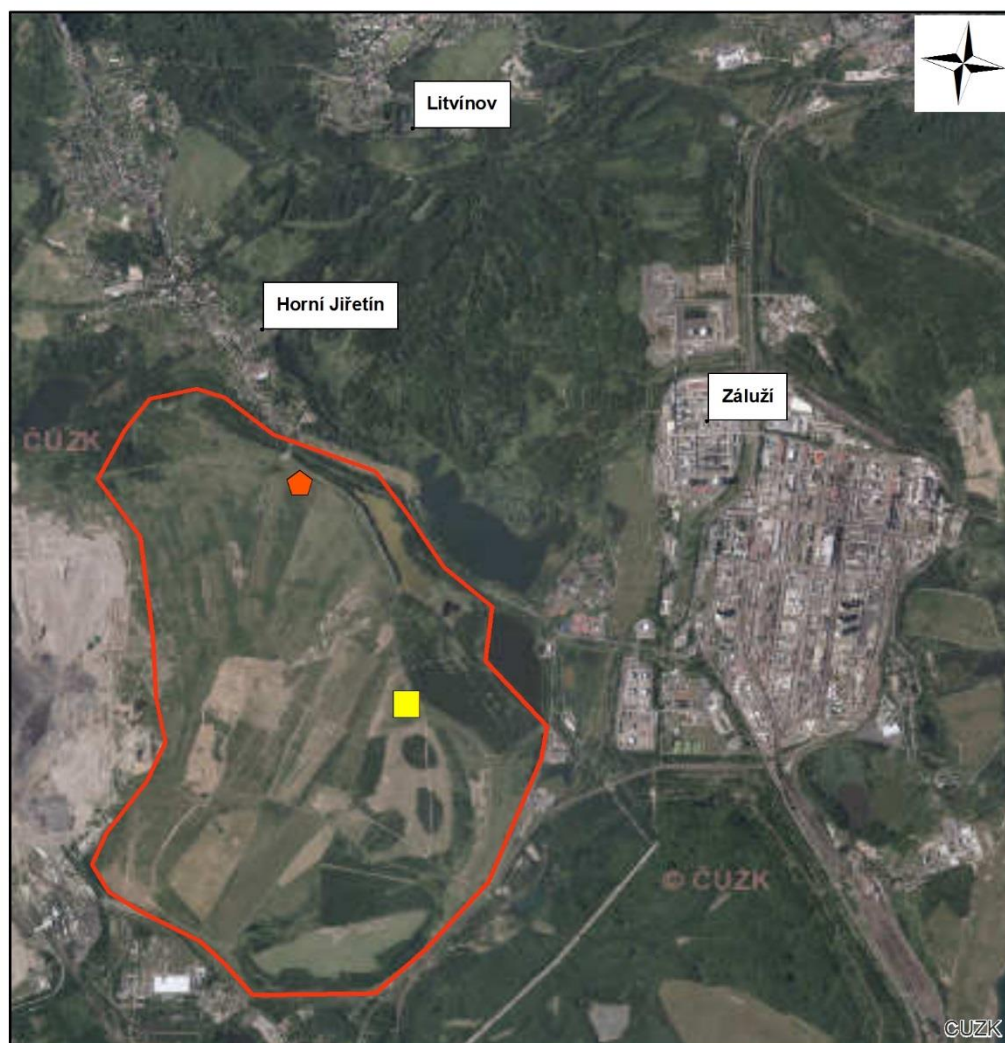
1. etapa byla ohraničena postavením horní hrany lomu před osadou Černice a měla zasahovat do dobývacího prostoru Komořany, Ervěnice, Dolní Jiřetín,
2. etapa by měla být přes osadu Černice a obec Horní Jiřetín k ochrannému pásmu Chemických závodů a měla zasahovat až do DP Komořany, Ervěnice, Dolní Jiřetín a do Záluží,
3. a 4. etapě by se mělo pokračovat do areálu Chemických závodů v Záluží až k trati ČD Most – Třebušice (Šafářová 2015).

Nadložní zeminy jsou tvořeny miocenními šedými jílovci se slabou prachovou příměsí. Rychle se rozpadají na mineralogicky vhodné, ale fyzikálně nepříznivé jíly, které se ale mohou zalesnit. Pokud se nepřekročí těžební limity, bude výměra lomu 4540 hektarů. Z toho se již provedla rekultivace vnějších výsypků Horníjiřetínská, Kopitská a Růžodolská plus na vnitřních výsypkách Obránců míru a ČSA, o celkové výměře 1720 hektarů (Štýs et al. 2014).

Výsypka Obránců míru vznikla propojením dvou lomů, lomu ČSA a lomu Obránců míru. Tímto krokem vznikla obrovská jáma, která by měla být v budoucnu zatopena. Celková výměra výsypky je 866 hektarů, z čehož je na 252 hektarech ukončena rekultivace a na 326 je rozpracovaná. Ty rozpracované mají být ukončeny v roce 2019. Na této výsypce se nachází mnoho výzkumných stanovišť s přirozenou

sukcesí. Plánuje se dále zrekultivovat dalších 108 hektarů u budoucího jezera a jižní části výsypky, kde se dnes nachází kolejiště (Průcha 2015a).

## Výsypka Obránců míru



### Legenda

— Hranice výsypky

### Terenní měření

■ Louka

⬠ Ruderál

0 0.3 0.6 1.2 1.8 2.4  
km

Podkladová data: ČÚZK

Souřadnicový systém: S-JTSK

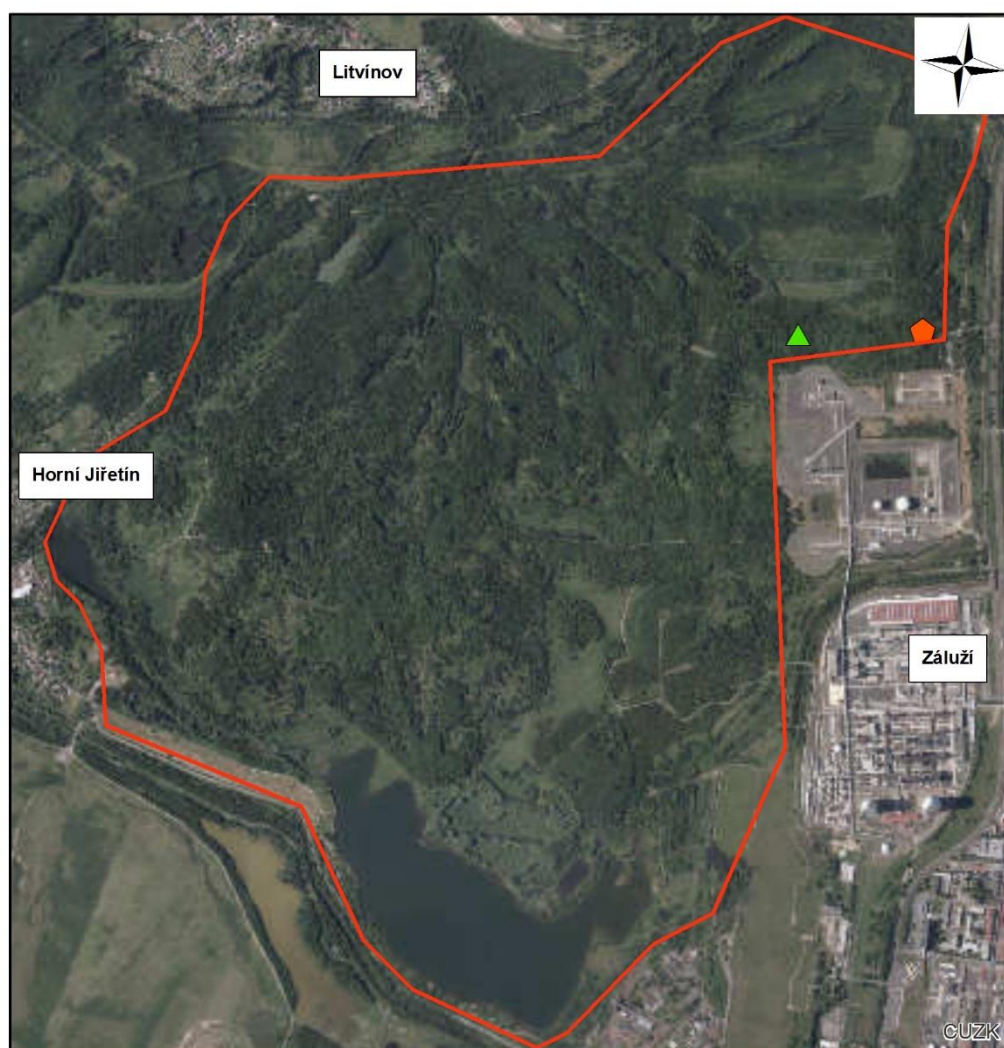
Vypracoval: Bc. Daniel Korol, © Praha, 2016

Obrázek 5: Výsypka Obránců míru (podklad: ČÚZK).

Hornojiřetínská výsypka se nachází na nevytěženém území, proto se při rekultivaci uvažovalo s životností 30 až 40 let, celková výměra činí okolo 411 hektarů. Předpokládalo se přetěžení lomem ČSA a odtěžení výsypky (Kašpar a Měšková 2005). Hlavní úkol bylo skrýt výsypku zalesněním okolních svahů a zbytek ozelenit. V I. etapě, která byla zahájena roku 1969, se zalesnily rychle rostoucími

dřevinami obvodové svahy podél silnice z Mostu do Litvínova. V II. etapě od roku 1970 se pokračovalo v dalším zalesňování. Na náhorní plošině se nechaly vodní plochy o 1,6 a 14,8 hektaru a zbytek ploch se řídce zalesnil. Výzkumné plochy o výměře 40 hektarů se nepřevrstvily orníci, ale měly sloužit k vytvoření zemědělské rekultivace. I ty se však v roce 1996 zalesnily (Dlabalová 1997).

## Hornojířetínská výsypka



### Legenda

— Hranice výsypky

### Terénní měření

▲ Les

◆ Ruderál

0 0.15 0.3 0.6 0.9 1.2  
km

Podkladová data: ČÚZK

Souřadnicový systém: S-JTSK

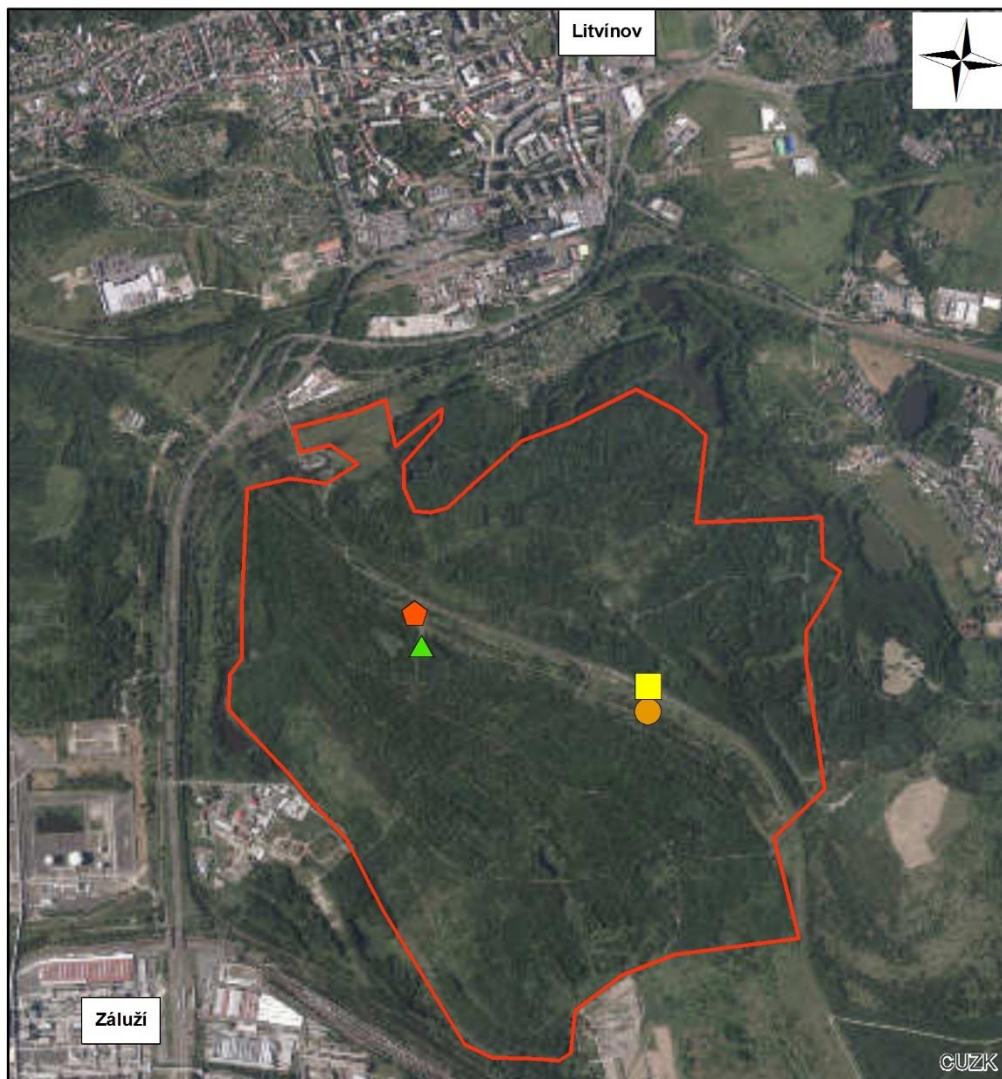
Vypracoval: Bc. Daniel Korol, © Praha, 2016

Obrázek 6: Hornojířetínská výsypka (podklad: ČÚZK).

Růžodolská výsypka je vnější výsypkou lomu ČSA. Rekultivováno je 658 hektarů, poslední rekultivace bude ukončena v roce 2018. Zbylé části jsou využity

pro jiné účely, např. skládkování. Mapa zobrazuje severní část této výsypky, kde proběhlo terénní měření na studijních plochách, výsypka dále pokračuje jižněji až k jezeru Most (Kašpar a Měšková 2005).

## Růžodolská výsypka



### Legenda

— Hranice výsypky

### Terénní měření

- ▲ Les
- Louka
- ⬠ Ruderal
- Sukcese

0 0.15 0.3 0.6 0.9 1.2  
km

Podkladová data: ČÚZK  
Souřadnicový systém: S-JTSK  
Vypracoval: Bc. Daniel Korol, © Praha, 2016

Obrázek 7: Severní část Růžodolské výsypky (podklad: ČÚZK).

První zalesnění proběhlo hned se začátkem sypání výsypky (Kašpar a Měsková 2005). Lesnická rekultivace byla oficiálně zahájena 1971 u svahů u Litvínova (Dlabalová 1997). Od 1989 se pokračovalo směrem k chemickým závodům. Ukončená lesnická rekultivace byla v roce 2010, všechny plochy byly zahrnuty do lesního půdního fondu (Průcha 2015). Rekultivace je řešena velmi citlivým způsobem kdy se respektují samovolně vzniklé porosty (Dlabalová 1997). Při samotné rekultivaci také vznikly různé biotopy. Dbalo se na funkce ekostabilizující a ochranné, s cílem vytvořit clonu mezi obydlenou oblastí a průmyslovou zónou. Celkem vzniklo 192 hektarů krajinné zeleně a přes 440 hektarů lesní půdy. Také se vytvořily odvodňovací příkopy, retenční a vodní nádrže u paty výsypky, sloužící k rybolovu (Průcha 2015).

Ještě u lomu ČSA zbývá zrekultivovat 1940 hektarů a na dalších 880 hektarech se nyní pracuje. Lesnická rekultivace bude mít přes 3530 hektarů a zbytková jáma se tedy zatopí. Rozloha jezera se plánuje na 750 hektarů. Nezapomnělo se ani na výstavbu dvou vodotečí a vodních nádrží, které budou propojovat Krušné hory s řekou Bílinou (Štýs et al. 2014).

#### **4.2.2. Lom Ležáky**

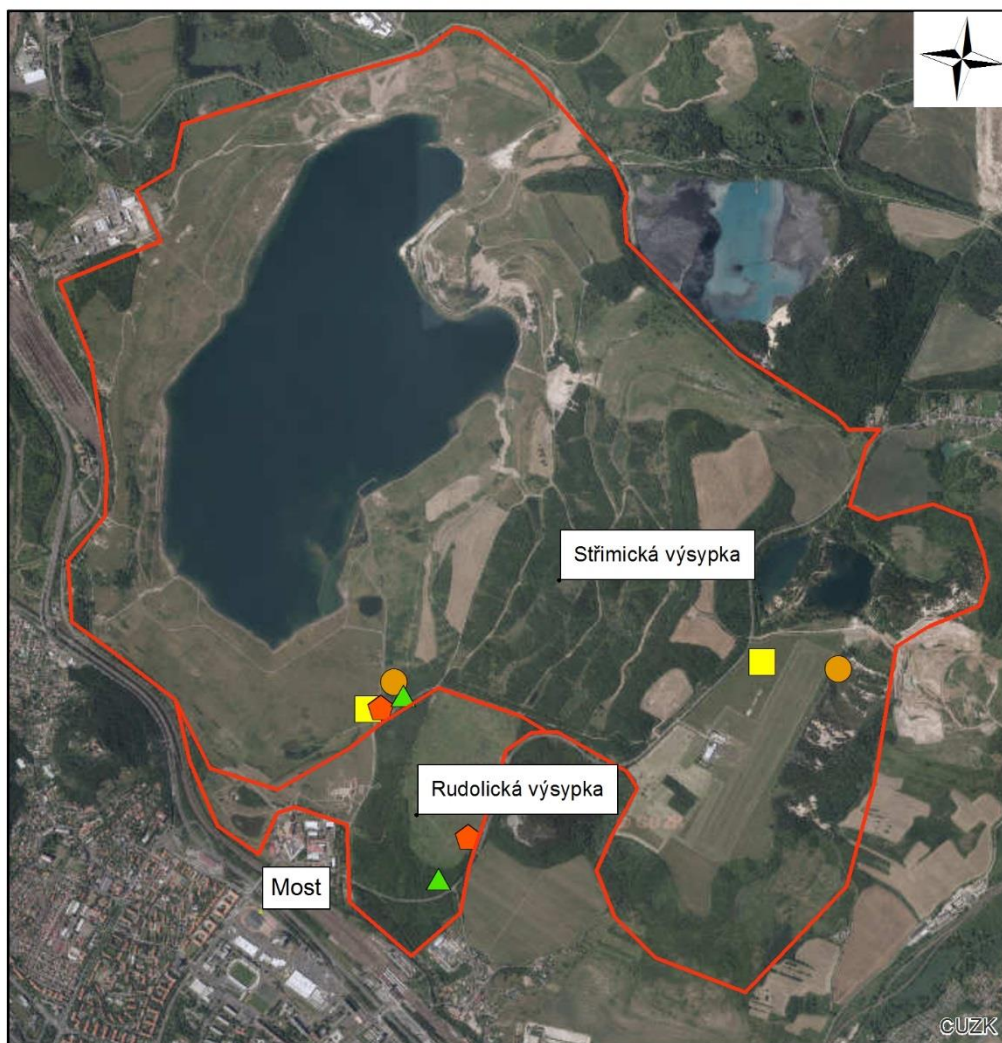
Lom se nacházel ve starém Mostě, který byl následně po usnesení vlády v roce 1962 zlikvidován. Nadloží bylo tvořeno jíly a písky, sprašemi či pískovci, které se uložily na Střimickou výsypku. Nacházela se tam mocná uhelná sloj vějířovitého a paralelního tvaru a těžilo se 7,5 milionu tun uhlí ročně. V roce 2000 se ukončila těžba (Dlabalová 1997). Uhelná sloj dosahovala mocnosti místy až 50 metrů (Štýs et al. 2014).

Výsypka Střimice je vnější výsypkou lomu Ležáky, s celkovou rozlohou 180 hektarů (Štýs et al. 2014) a mocností mezi 17 až 48 metry. Je výrazně sledována veřejností, kvůli umístění v bývalém starém Mostě (Kašpar a Měsková 2005).

Rekultivovaly se převážně šedé jíly s příměsí nadložních písků a proběhlo to celkem v 5 etapách rozložených do několika let. Terénní úpravy byly provedeny v roce 1990, s následným překryvem kůrovým substrátem a výsadbou lesních sazenic. Tato strategie byla zvolena v etapách I., II. a III. Ve IV. etapě se realizovaly další terénní úpravy s následným navezením směsi tvořené celulóznicí vláken a opětovnou výsadbou lesních sazenic. Na dalších lokalitách se použily spraše se zatrávněním. V poslední V. etapě, která začala v roce 1995 se plocha povezla také směsí celulóznicí vláken a rašeliny z Dřínovského jezera. Taktéž se doplnila komunikační síť, aby se zpřístupnily všechny rekultivované plochy. Odvodnění se řešilo průlehy, příkopy a poldry (Dlabalová 1997).

Provedené rekultivace jsou lesnické, zemědělské, ostatní a hydrické, kdy se vytvořilo jezero Most s rozlohou vodní hladiny 311 hektarů a maximální hloubkou 75 metrů (Ondráček 2011, Štýs et al. 2014).

## Střimická a Rudolická výsypka



### Legenda

— Hranice výsypek

### Terénní měření

- ▲ Les
- Louka
- ⬠ Ruderál
- Sukcese

0 0.35 0.7 1.4 2.1 km

Podkladová data: ČÚZK  
Souřadnicový systém: S-JTSK  
Vypracoval: Bc. Daniel Korol, © Praha, 2016

Obrázek 8: Střimická a Rudolická výsypka (podklad: ČÚZK).

Rudolická výsypka je umístěna za novým mosteckým nádražím a svahy jsou zalesněny ve dvou etapách. I. etapa započala v roce 1968 12 ha a II. etapa v roce 1977 na ploše 8 ha. Obě rekultivační práce byly ukončeny v roce 1985 (Dlabalová 1997).

#### **4.2.3. Lom Vršany**

Lom Vršany je pokračovatelem lomu Hrabák, lomu Slatinice a ze severní části se pojí s lomem Jana Švermy. Uhelná sloj dosahuje mocnosti okolo 25 – 30 metrů, její nadloží má mocnost 90 metrů a je tvořeno písky a jílovci. Úspěšně se odkrylo i místy 12 metrů sprašových a jílovitých hlín, ty se posléze použily na rekultivaci. V lomu Vršany se těží okolo 8 – 9 milionu tun uhlí ročně se skrývkou 19 milionu tun m<sup>3</sup> nadložních zemin (Štýs et al. 2014).

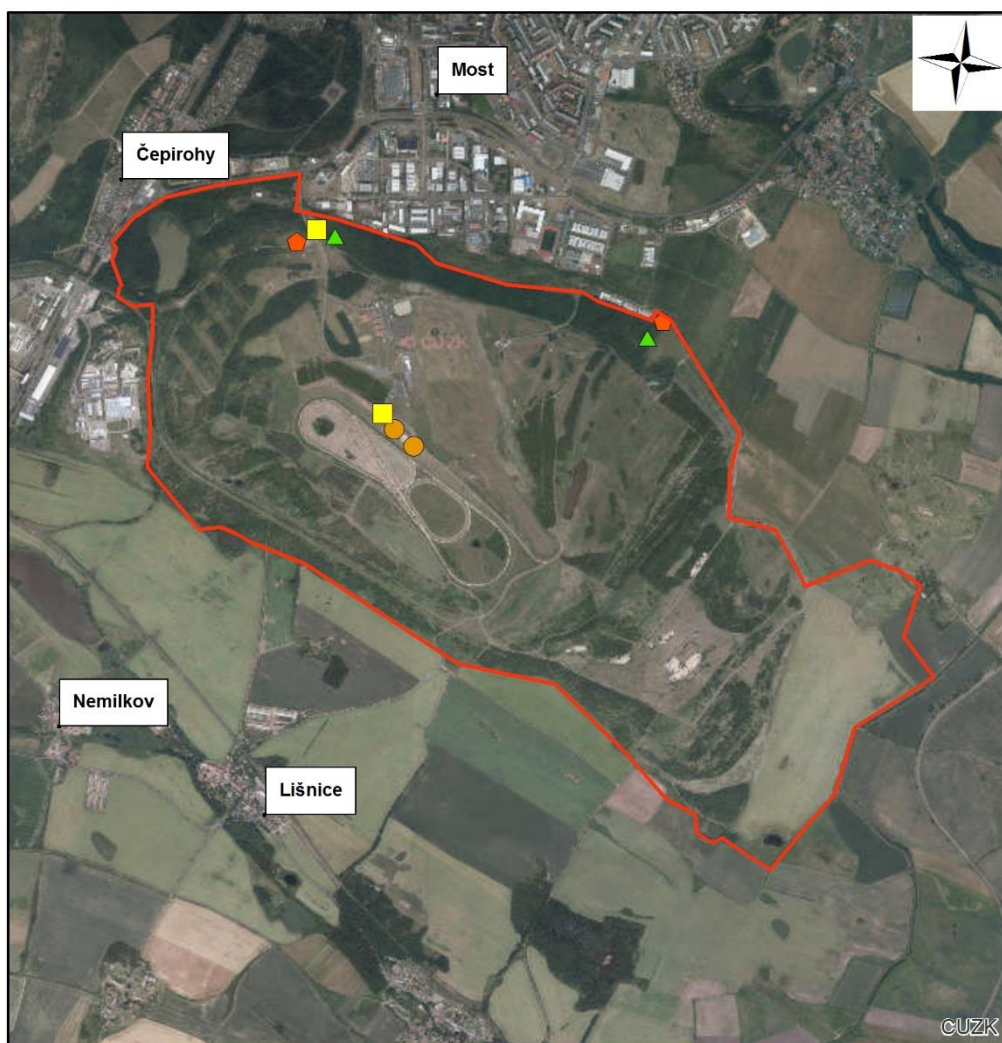
Velebudická výsypka je vnější výsypkou lomu Vršany. Byla zakládána od roku 1955 skrývkovými hmotami o mocnosti až 75 metrů, jako jsou písky, jíly a spraše. Celkově se využily na 790 hektarů. V nejnižších etážích se zahájily první terénní úpravy a zalesňovací práce v roce 1965 (Kašpar a Měsková 2005).

Svahové části jsou vesměs zalesněny a náhorní plošina je zemědělsky rekultivována, má rozlohu 360 hektarů (Štýs et al. 2014)

Byla také vytvořena urbanistická studie, která dokládala vytvoření příměstské rekreační zóny města Mostu, s umístěním závodní dostihové dráhy pro koně. Termín ukončení byl 1995 s použitím hospodářského, sportovního a rekreačního zázemí. Celkem bylo vytvořeno 5 různých ploch, na kterých se dnes nachází už zmiňované dostihové závodiště, lesopark, farma pro chov dostihových koní, lesní a zemědělské pozemky a naučný park (Dlabalová 1997). Je tam také golfové hřiště a dále se připravují střelnice, bobová dráha aj. (Štýs et al. 2014).



## Velebudická výsypka



### Legenda

— Hranice výsypky

### Terénní měření

▲ Les

■ Louka

⬠ Ruderál

● Sukcese

0 0.25 0.5 1 1.5 2  
km

Podkladová data: ČÚZK

Souřadnicový systém: S-JTSK

Vypracoval: Bc. Daniel Korol, © Praha, 2016

Obrázek 9: Velebudická výsypka (podklad: ČÚZK).

### 4.3. Terénní měření a zpracování dat

Terénní měření proběhlo 22. 9. 2015, 28. 10. 2015 a 10. 4. 2016 na mosteckých výsypkách Střimická a Rudolická náležející k lomu Ležáky, Velebudická

náležející k lomu Vršany a dále pak výsypkách Růžodolská a Hornojřetínská, které spolu s vnitřní výsypkou lomu Obránců míru můžeme zařadit do oblasti lomu Československé armády (ČSA).

Vybraly se tyto mimoprodukční biotopy:

- lesní,
- luční,
- ruderální lokality,
- sukcesní.

Ke každému lomu bylo na jeho výsypkách k měření vybráno 8 studijních ploch, dvakrát les, dvakrát sukcese, dvakrát ruderál a dvakrát louka. Celkem se uskutečnilo 144 měření. Na každé studijní ploše (např. louce) se zatlouklo celkem 6 měrných válců do země, v rozestupech minimálně 20 metrů od sebe.

Pro stanovení a vyhodnocení infiltrační schopnosti půd v zájmové oblasti bylo provedeno terénní měření jednoválcovou metodou a data byla následně vyhodnocena v programu Microsoft Excel 2013 a statistika byla udělaná v programu Statistika ver. 8.0. Použité mapové podklady poskytuje bezplatně Český úřad zeměměřický a katastrální (ČÚZK) prostřednictvím veřejné prohlížečské služby WMS – ORTOFOTO. Tyto mapové podklady byly upraveny v ESRI ArcGis ver. 10.3.1. s připojením WMS služeb prostřednictvím WMS klienta, do kterého se vložila tato internetová adresa:  
[http://geoportal.cuzk.cz/WMS\\_ORTOFOTO\\_PUB/WMSservice.aspx](http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMSservice.aspx). Koordinační systém byl nastaven na S-JTSK Křovák EastNorth.

#### **4.4. Infiltrační pokus**

Infiltrací se obecně rozumí vsak vody do půdy z deště, závlahy nebo tání sněhu (Pokorná a Zábranská 2008). Množství vody vsáknuté za jednotku času se nazývá intenzita infiltrace, dalo by se říct, že je to rychlost infiltrace. Udává se v litrech za sekundu na hektar ( $l/s \cdot ha$ ) nebo v milimetrech za minutu ( $mm/min$ ) (Novák a Zlatušková 2012). Infiltrační pokus měl ukázat velikost hydraulické vodivosti dané lokality, dle které se následně klasifikuje druh půdy.

Pro terénní měření se použila jednoválcová metoda podle metodiky uvedené v článku od Skleničky et al. (2002). Použily se shodné měrné válce o výšce 13cm s průměrem 6 cm. Další pomocné nástroje byly odměrka na 100 ml vody a stopky. Při infiltračním pokusu se zjišťovala orientační hydraulická vodivost půdního profilu v  $mm/min$ , pro větší přesnost se následně převedla  $mm/sekundu$ . Výsledkem je

zjištění průměrné infiltrace na výsypce. Dále se zjistila orientační počáteční vlhkost půdy pomocí kombitestru TFA 48.1000 od výrobce Dostmann/Wertheim.



Obrázek 10: TFA 48.1000 od výrobce Dostmann/Wertheim (Vlastní archiv 1).

Pomocí penetrometru Geotester od Controls byly naměřeny hodnoty penetračního odporu neboli zhutnění v  $\text{kg}/0,785 \text{ cm}^2$  s následným přepočtem na  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

Penetrometr je kapesní přístroj jehož funkce spočívá v zapíchnutí hrotu do půdy v požadované hloubce označené ryskou. Právě odpor, který půda vytváří proti pronikání hrotu, nás zajímá. Penetrometr se používá na všechny typy půd, kromě rašelinovitých, zavodněných a výrazně kamenitých, u kterých hrozí neprůkaznost výsledků (Lhotský et al. 1984). Správné měření má probíhat na jednom místě více vpichy, aby se zpřesnily výsledky měření (Duiker 2002).



Obrázek 11: Geotester od Controls (Vlastní archiv 2).

Další použité nástroje přístroje při terénním měření.



Obrázek 12: Další použité pomůcky při terénním měření (Vlastní archiv 3).

Postup měření byl následující. V první řadě se odstranil vegetační pokryv, následovalo zatlučení měrného válce okolo 4 cm do země. Další se zatlukly v minimálních rozestupech 20 metrů od sebe. Pomocí vlhkoměru se změnila počáteční vlhkost a penetrometrem se změnilo zhuštění půdy. Po těchto základních krocích se postupilo k samotnému měření. Do měrného válce se nalilo 100 ml vody a pomocí stopky se odměřil čas infiltrace vody.

Se všemi naměřenými hodnotami se pracovalo v excelu. Formulka pro přepočítání z  $\text{kg}/0,785 \text{ cm}^2$  na  $\text{kg}/\text{cm}^2$  vypadá následovně:

$A = \text{obsah válečku penetrometru}$

$$A = \pi * r^2 = 3,14 * 0,5^2$$

$$A = 0,785 \text{ cm}^2$$

Přepočítání na  $1 \text{ cm}^2$

$$A1 = 1/0,785$$

$$A1 = 1,274$$

Naměřené hodnoty byly přenásobeny hodnotou 1,274, aby penetrační odpor vycházel v  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

Př. Vel\_R\_R1

$$0,85 \text{ kg}/0,785 \text{ cm}^2 * 1,274 = 1,08 \text{ kg}/\text{cm}^2$$

Výška vodního sloupce  $a$  v měrném válečku v přepočtu na objem 100 ml ( $\text{cm}^3$ ) vody se vypočítá:

$$\text{Obsah kruhu válečku } S_v = \pi * d^2 / 4$$

$$S_v = 28,26 \text{ cm}^2$$

$$\text{Objem válečku } V = S_v * a$$

$$a = V / S_v$$

$$\text{Výška vodního sloupce } a = 100 / 28,26$$

$$a = 3,54 \text{ cm} = 0,0354$$

Při infiltračním pokusu lze uvažovat, že se infiltrace  $\equiv$  hydraulické vodivosti. Přičemž se jednotky nemění.

$$i \text{ (m/s)} \equiv K \text{ (m/s)}$$

Určování druhu půdy a její relativní propustnosti se provedlo dle normy ČSN 75 2310 dle následující tabulky.

<b>Příklady druhů zemin</b>	<b>Relativní propustnost zeminy dle ČSN 75 2310</b>	<b>Rozmezí nasycené hydraulické vodivosti K [m/s]</b>
Jíly Jílovité hlíny	Velmi nepropustná	$<10^{-10}$
Hlíny Jílovité hlíny a písčité Písčité jíly	Nepropustná	$10^{-8} - 10^{-10}$
Hlinité písky a štěrky Jílovité písky a štěrky Písčité a štěrkovité hlíny	Málo propustná	$10^{-6} - 10^{-8}$
Písky a štěrky s příměsí jemnozrné zeminy (5 až 15%)	Propustná	$10^{-4} - 10^{-6}$
Písky a štěrky dobře a špatně změněné, tj čisté písky a štěrky, písčité štěrky, písky a štěrky s velmi malou příměsí jemno-zrnných zemin (<5%)	Velmi propustná	$>10^{-4}$

Tabulka 1: Druhy zemin podle relativní propustnosti (ČSN 75 2310).

Výpočet se provedl následovně.

$$K = a(m)/\text{čas (sek)}$$

Př. Vel\_R\_R1 – 1 měření

$$K = 0,0354/1423$$

$$K = 2,49 * 10^{-5} \text{ m/s}$$

Dále se vypočítala průměrná hodnota infiltrace a přenásobila procentním zastoupením daného landcover v oblasti výsypky. Výpočet vypadal následovně.

Př. Vel\_R\_R1a Vel\_R\_R2

$$K = (1,72 * 10^{-4} * 6,32 * 10^{-4})/2$$

$$K = 4,02 * 10^{-4} \text{ m/s}$$

Rozloha ruderálů na výsypce je celkově 4,72 ha, což odpovídá procentnímu zastoupení 0,68%. Průměrné hodnoty hydraulické vodivosti se pro tyto studijní plochy vypočítaly z váženého průměru.

$$\text{Př. } K = (4,02 * 10^{-4} * 0,68 + 3,64 * 10^{-3} * 47,76 + 1,95 * 10^{-3} * 43,11 + 9,93 * 10^{-4} * 8,45) / 4$$

$$\text{Průměrné } K \text{ na Velebudické výsypce: } K = 6,48 * 10^{-2} \text{ m/s}$$

Výsledkem terénního měření je zjištění hydraulické vodivosti půd v zájmové oblasti na studijních plochách v rámci jednotlivých rekultivací.

Na několika studijních plochách, kde čas překročil 30 minut (1800 sekund) se provedlo měření s postupným doléváním vody po 10 mililitrech. Na těchto lokalitách se posléze použila odlišná formulka přepočtu, aby se přesněji určil druh půdy. Můžeme uvažovat, že se vsáкло 20 ml vody a 30 ml se nevsákl. V přepočtu tedy 10 ml vody v měrném válci představuje 0,0036 metru. Tabulka níže zobrazuje průběh měření.

Množství vody [ml]	Celkem vody [ml]	Čas [min]	Čas [sek]
10	10	0:07:00	7
10	20	0:28:00	28
10	30	10:00:00+	600

Tabulka 2: Kontrolní vsak 30 ml vody.

$$\text{Výška vodního sloupce } a = 10 / 28,26$$

Př. Vel\_R\_R1 – 6 měření

$$K = 0,0036 / 1800$$

$$K = 2 * 10^{-6} \text{ m/s}$$

## 5. Výsledky

### 5.1. Výsledky hydraulické vodivosti

Výsledky hydraulické vodivosti  $K$  vycházejí v rozmezí  $10^{-2} - 10^{-6}$  m/s, což charakterizuje půdy od velmi propustných do málo propustných. Nejvíce propustná půda byla zaznamenána na Velebudické výsypce ve smíšeném lese, kde hodnoty vsaku dosahovaly pár sekund a hodnoty  $K$  jsou v rozmezí  $10^{-2} - 10^{-3}$  m/s. Naopak nejhorší infiltrace byla na Střimické výsypce, přesněji na louce (Stř\_R\_Lo2), kde se dá půda charakterizovat jako málo propustná na všech místech měření. Tabulka níže ukazuje lokality, na kterých v rámci jejich 6-ti měření byla zjištěna shodná propustnost půdy, což značí vyrovnanost půdy.

Výsypka a typ stanoviště	Propustnost půdy
Stř_R_Lo2	Málo propustná
Vel_R_Le2	Velmi propustná
Vel_R_S1	Propustná
Rud_R_R2	Málo propustná

Tabulka 3: Lokality se stejným určením propustnosti zeminy v každém měření

Ostatní lokality měly propustnosti půd rozdílné a žádné se už neshodovaly v celkovém počtu 6-ti měření.

Celkem bylo zaznamenáno nejvíce míst s propustnou půdou.

Propustnost půdy	Počet
Velmi propustná	28
Propustná	79
Málo propustná	37

Tabulka 4: Počet shodných míst dle propustnosti půdy

### 5.2. Výsledky naměřeného zhutnění

Pomocí penetrometru byly naměřeny hodnoty penetračního odporu (penetrability) neboli zhutnění. Výsledkem tohoto pokusu mělo být zjištění sníženého či zpomaleného infiltračního procesu. Podle Janečka (2008) má zhutnění za následek sníženou infiltraci a zvýšený povrchový odtok.

Tutu skutečnost se povedlo prokázat terénním měřením na sledovaných plochách částečně. Což dokládají i různé hodnoty, např. u 1. měření je zhutnění na hodnotě  $1,08 \text{ kg/cm}^2$ , ale 100 ml vody se vsáklo za 1423 sekund.



Tento jev se podařilo rozluštit hned po ukončení pokusu. Po vyndání měrného válce byla zjištěna jílovitá půdy, které bránila rychlejšímu vsaku vody. Vrchní vrstva představovala hrabanku z opadaných listů či jehlic, která dostahovala výšky desítek milimetrů, v této zóně se voda vsakovala poměrně rychle, ale níže byl obsažen jíl z použité rekultivace. Jíl se vyskytoval na mnoha studijních plochách a výrazně ovlivnil infiltraci vody do půdy.

Na některých lokalitách byla jílovitá vrstva hned pod hrabankou a měla tloušťku několik centimetrů. Tyto nepropustná místa, měla čas vsaku respektive nevsaku více jak 30 min (1800 sek). Místa se v různých počtech vyskytovala na lokalitách znázorňující tato tabulka:

Výsypka a typ stanoviště	Počet	Výsypka a typ stanoviště	Počet
Stř_R_Lo2	6x	Stř_R_R1	2x
Rud_R_R2	6x	Stř_R_S2	2x
Obr_R_R2	5x	Rud_R_Le2	2x
Růž_R_Le1	3x	Obr_R_Lo2	1x
Stř_R_S1	2x	Vel_R_S2	1x

Tabulka 5: Lokality s jílovitou půdou několik cm pod povrchem

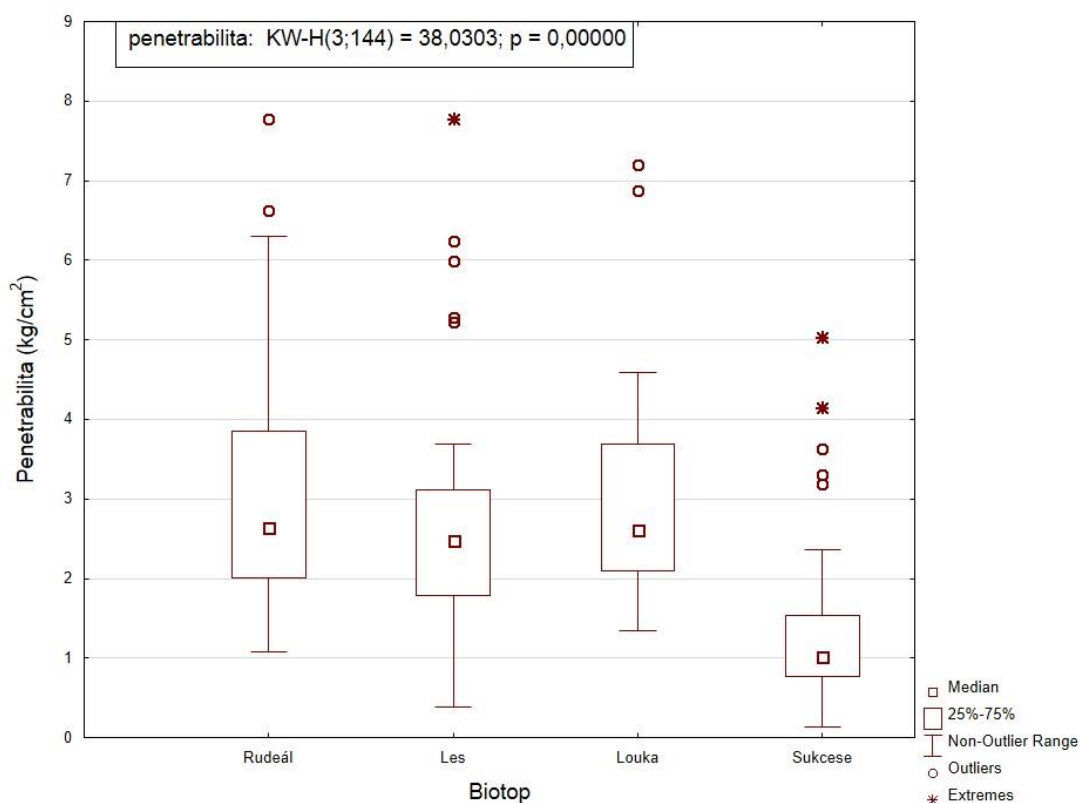
Na Střimické výsypce, přesněji na louce (Stř\_R\_Lo2) byl zřetelný pohyb mechanizační techniky, půda byla hloubkově zhutnělá a jílovitá, travnatý porost byl pravidelně sečen. Všechny tyto faktory ovlivnily půdu natolik, že se ani v jednom z měření nevsáklo 100 ml vody. U této lokality však nemůžeme uvažovat o výrazném povrchovém odtoku, jelikož tato louka byla z velké části využívána jako letištní plocha a měla tedy rovinný charakter.

Výsypka Rudolická s ruderálem (Rud\_R\_R2) měla také 6 měření bez jediného vsaku. Byla to rovinná plocha s vysokou travinnou skladbou, šípky a občasnou břízou (*Betulou*). V každém měrném válci byla zjištěna vrstva jílu, zhutnění dosahovalo vyšších hodnot, 6,31 kg/cm<sup>2</sup> byla nejvyšší naměřená hodnota. Druhý ruderál mezi loukou a lesem kromě jílovité půdy obsahoval i místy navezenou suť, která určitě pod povrchem znemožňovala infiltraci. Ruderál byl také pokryt vysokými travinami. Našly se však místa, kde se podařilo naměřit dobrou infiltraci v časovém horizontu 57 a 77 sekund. Ruderální stanoviště byly velice proměnlivé ze všech hledisek. Některé byly urovnanější, jiné měly různé kopečky, byly více kamenité nebo na nich rostly keře. Na rovinách se mohou u ruderálních stanovišť vytvářet nebeská jezírka.

Ruderál (Obr\_R\_R2) na výsypce Obránců míru měl velmi podobný charakter jako ruderál (Rud\_R\_R2) na výsypce Rudolické.

Smíšený les (Růž\_R\_Le1) na Růžodolské výsypce měl vyrovnanou bilanci. Celkem 3 místa bez vsaku s nejvyššími hodnotami zhutnění. Tato lokalita měla hustý zápoj bez výrazného keřového patra s velice nízkou humusovou vrstvou z opadu jehlic a listů.

Na obrázku níže jsou vidět hodnoty zhutnění tedy penetrability na jednotlivých biotopech. Nejhuře dopadly ruderální stanoviště, kde byly nejvyšší hodnoty. Naopak nejnižší hutnění bylo zaznamenáno na sukcesních stanovištích.



Obrázek 13: Penetrabilita v rámci jednotlivých biotopů

U lokalit s 1 nebo 2 místy bez infiltrace se mohlo při zatlučení měrného válce narazit na kořeny rostlin či kameny. Obdobně mohu uvažovat u nejrychlejšího času, že se narazilo na podzemní chodbu živočichů nebo volný prostor, do kterého se voda rychle vsákla nebo jím odtekla.

### 5.3. Porovnání výsledků stanovišť

V porovnání jednotlivých stanovišť v zastoupení lesa, louky, ruderálu a sukcese je na tom nejlépe z hlediska propustnosti půdy les.

Půda na lesních stanovištích dosahovala nejlepší časy infiltrace, několikrát i pár sekund. Humusová vrstva z opadu listů a jehlic byla na těchto lokalitách nejvyšší.

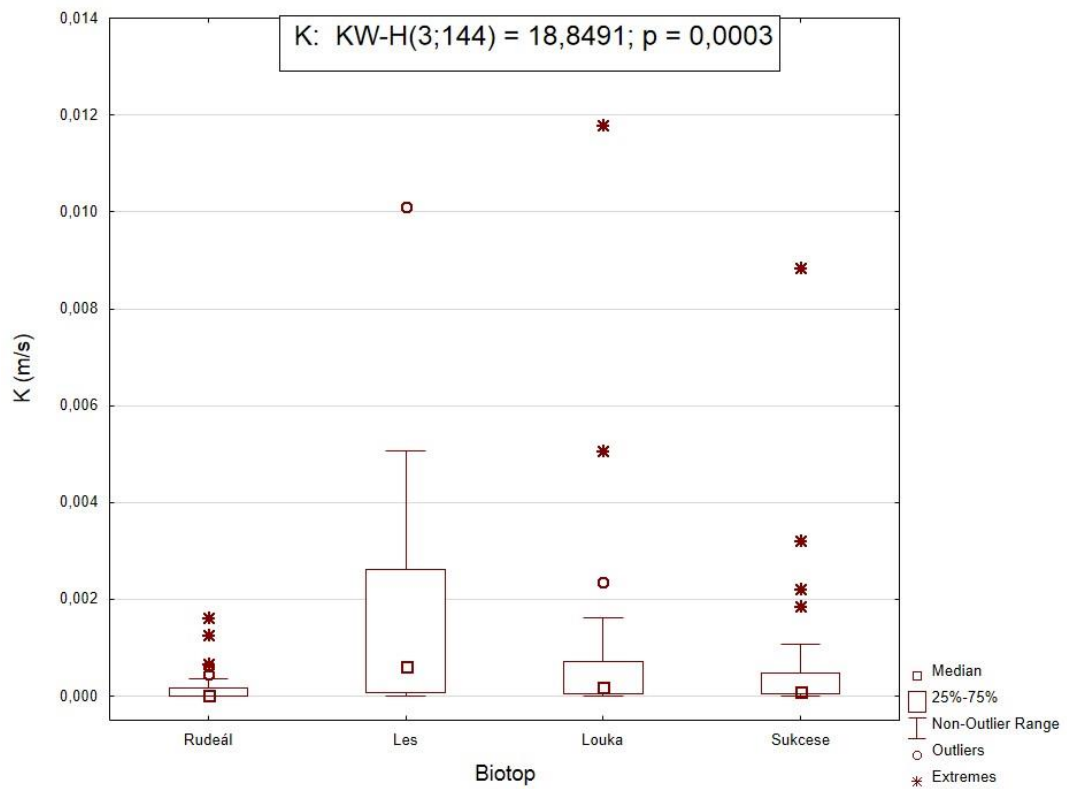
I přesto se místy objevila jílovitá půda, která zabránila infiltraci vody. Celkově se našlo 6 míst z 36 s časem vyšším, jak 30 min. Půda se dá klasifikovat jako velmi propustná až propustná. Měla tedy největší hodnoty infiltrace.

Na lučních stanovištích bylo naměřeno celkem 8 míst bez infiltrace a čas překročil 30 min. Louka byla v okolí letiště, ovlivněna pojezdovou technikou a tím se půda velice zhutnila, jinak se na louce našly studijní plochy, které měly lepší výsledky infiltrace. Všechny luční porosty měly hustý zápoj různých travin s pevným drnem, taková vegeta pojme určité množství vody a zabrání tak povrchovému odtoku. Půda se zde dá klasifikovat většinou jako propustná.

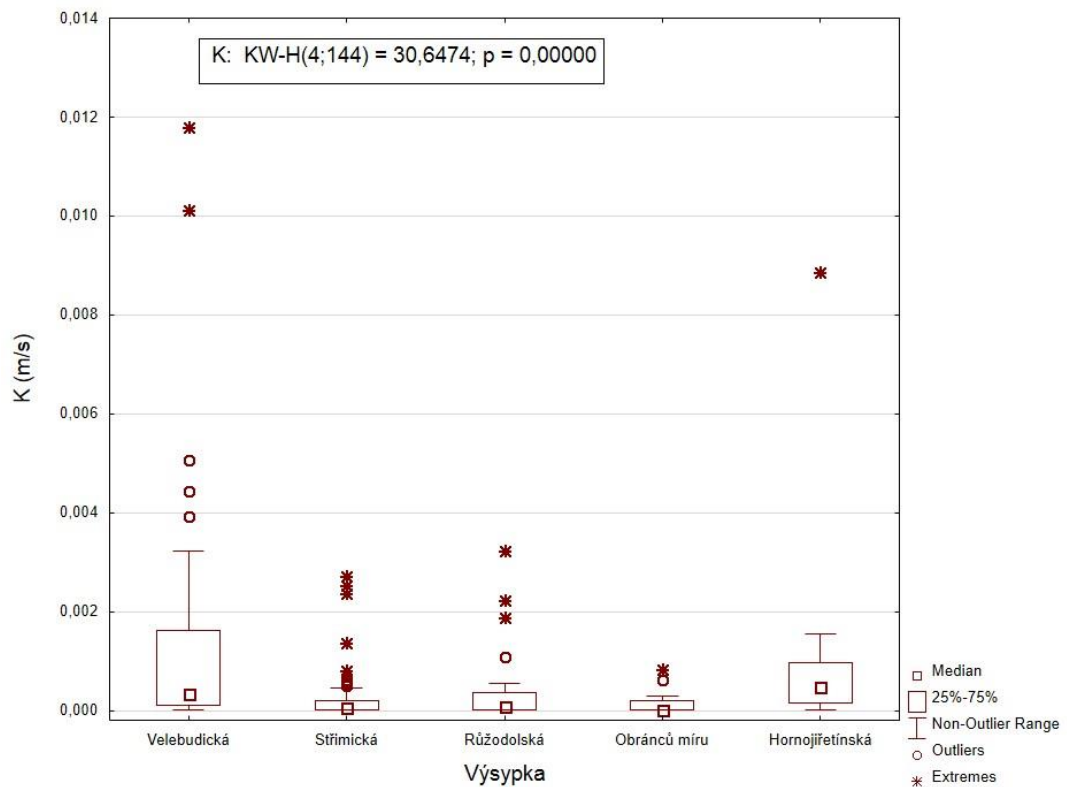
Na lokalitách sukcesních se míst s časem delším jak 30 min našlo 7. Půda zde byla klasifikována jako propustná s místy až půdou velmi propustnou. Náletové dřeviny jako byla opět bříza (*Betula*) nebo líska (*Corylus*) zvyšovaly humusovou vrstvu z opadu listí a na některých místech byl vidět zřetelný rozdíl. Dvě deponie jemnozrného písku byly velkým překvapením, jelikož se předpokládala velice rychlá infiltrace, nebylo tomu tak. Řádově stovky sekund trval kontrolní infiltrace. Dále se do sukcese zařídily lokality s příměsí černého uhlí. V tomto případě uhlí fungovalo jako izolant a v rovných 5-ti měření se voda nevsákla vůbec, u ostatního měření to trvalo také stovky sekund.

Ruderální stanoviště se ukázalo z hlediska infiltrace jako nejhorším místem. Nepropustné plochy, místy hodně suť a kamení zapříčinilo, že se u 16cti míst voda nevsákla do 30 min. Při terénním měření, se pečlivě vybíraly místa, kde nebude zmiňovaná suť nebo kameny a kolikrát se váleček podařilo zapustit do země až na několikátý pokus. Dle naměřených a vypočítaných hodnot se půda klasifikovala sice jako propustná, ale s tendencí k půdě málo propustné. Hodnoty infiltrace jsou tedy nejmenší ze všech.

V rámci výsypek byly nejlepší hodnoty infiltrace zjištěny na Velebudické výsypce. Měla výrazně vyšší hodnoty než ostatní půdy na výsypkách. Hornojřetínská výsypka měla taktéž vyšší hodnoty než ostatní výsypky. Grafy níže zobrazují výsledky měření.

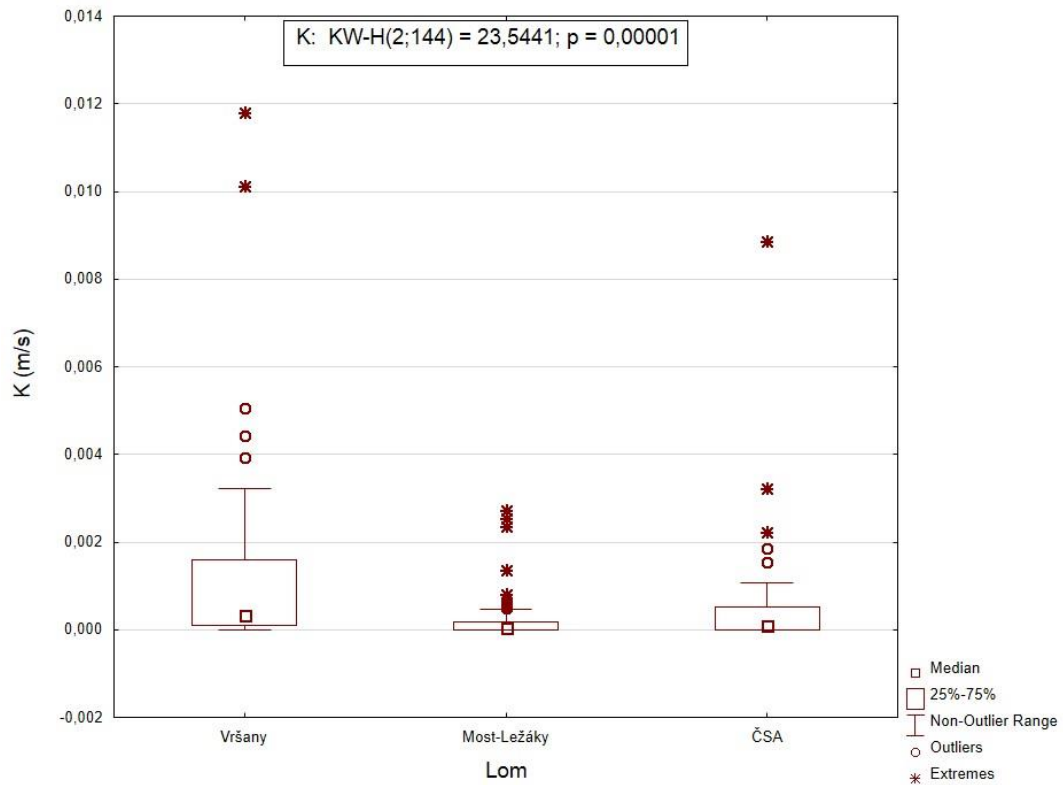


Obrázek 14: Hydraulická vodivost K v rámci jednotlivých biotopů



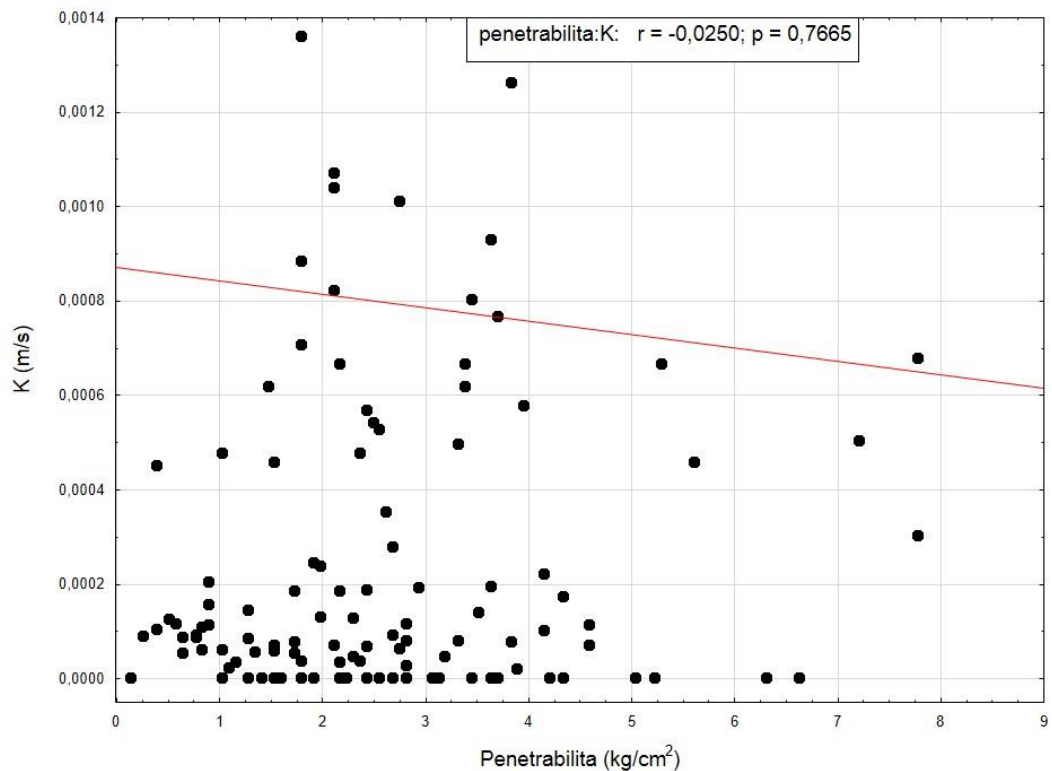
Obrázek 15: Hydraulická vodivost K v rámci jednotlivých výsypek

V rámci jednotlivých lomů byly zjištěny nejlepší hodnoty infiltrace na půdách z lomu Vršany. Naopak nejhůře dopadl lom Most Ležáky.



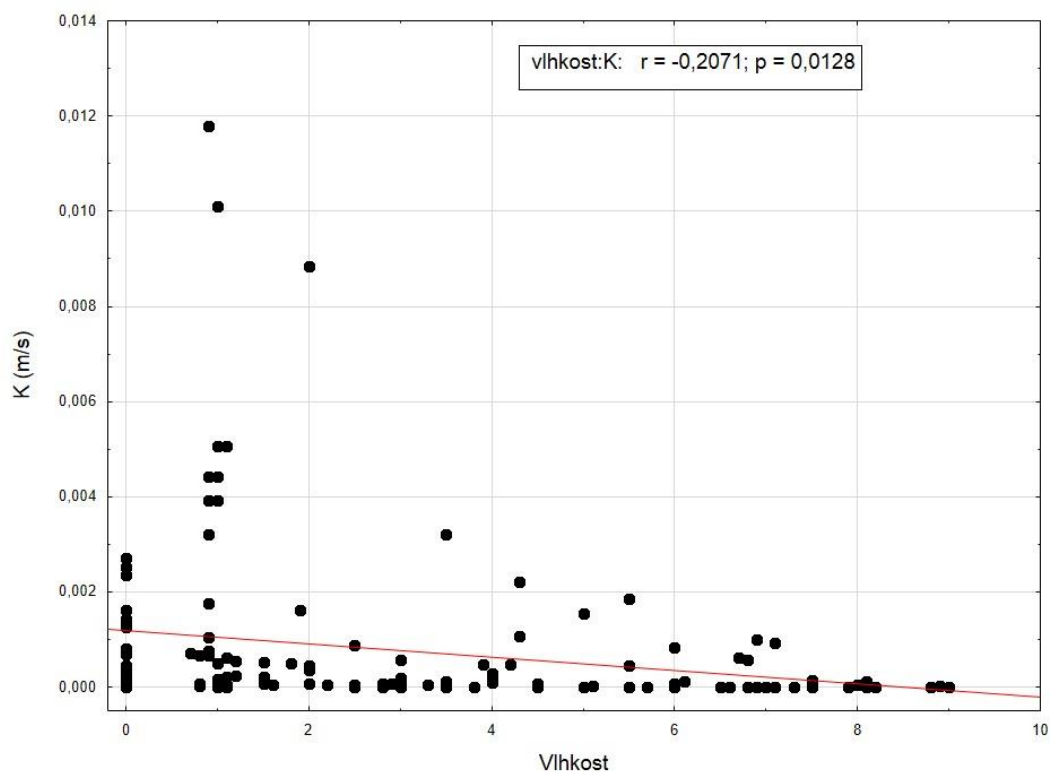
Obrázek 16: Hydraulická vodivost v rámci jednotlivých lomů

Penetrabilita ani vlhkost neměla statisticky výrazný vliv na hydraulickou vodivost. V porovnání jednotlivých hodnot zhutnění u jednotlivých biotopů je zřejmé, že je na sukcesi samotná hodnota mnohem nižší, než u ostatních biotopů.



Obrázek 17: Hydraulická vodivost K v rámci zhutnění

To bylo dáno měřeními na dvou písčínách a v lese, kde byla půda s příměsí uhlí. Tyto půdy neměly vysoké hodnoty naměřeného zhutnění, ale časy infiltrace patřily k těm nejvyšším.



Obrázek 18: Hydraulická vodivost v rámci naměřené vlhkosti

Zjištění propustnosti půdy u jednotlivých lokalit bylo dílčím krokem ke zjištění, která výsypka má nejlepší propustnost v rámci rozlohy daného biotopu na výsypce. Jednotlivé rozlohy byly zjištěny pomocí ArcGisu, kdy se provedla sumarizace rozloh jednotlivých biotopů a přepočítala se na procentuální zastoupení v rámci rozloh těchto 4 biotopů. Podrobná tabulka je uvedena v příloze.

Biotopy	Lomy		
	Vršany	ČSA	Most Ležáky
Louka	298,19 ha (43,12 %)	90,41 ha (6,86 %)	673,68 ha (53,50 %)
Ruderál	4,72 ha (0,68 %)	7,40 ha (0,56 %)	42,88 ha (3,40 %)
Sukcese	58,45 ha (8,45 %)	423,82 ha (32,18 %)	34,98 ha (2,78 %)
Les	330,29 ha (47,75 %)	795,62 ha (60,40 %)	507,7 ha (40,32 %)

Tabulka 6: Rozlohy biotopů na jednotlivých lomech

Výpočty tedy vychází z váženého průměru. Nejhuře se umístila výsypka lomu Ležáky, kde dosahovala průměrná hodnota infiltrace  $1,17 \cdot 10^{-2}$  m/s. Výsypky

lomů ČSA se umístili na druhém místě s průměrnou hodnotou infiltrace  $1,94 \cdot 10^{-2}$  m/s. Nejlepší infiltrace byla naměřena na výsypce lomu Vršany, kde dostahovala v průměru  $6,48 \cdot 10^{-2}$  m/s. Největší zásluhu na snížení infiltrace mají bezesporu lesní porosty, které jsou zastoupeny téměř 10krát více než např. ruderály.

Umístění:	K (m/s)
1. Vršany	$6,48 \cdot 10^{-2}$ m/s
2. ČSA	$1,94 \cdot 10^{-2}$ m/s
3. Most Ležáky	$1,17 \cdot 10^{-2}$ m/s

*Tabulka 7: Nejlepší infiltrace rozdělená dle lomů v rámci rozlohy biotopů*

## 6. Diskuse

Terénní měření provedeno jednoválcovou metodou bylo poměrně náročné i díky heterogenitě prostředí a určitě bych něco při dalším bádání změnil. Např. by mě lákalo udělat infiltrační pokus jenom na jedné výsypce, ale s více místy měření. Infiltrace byla na některých lokalitách velice rozdílná a byly naměřeny velice rychlé časy vsaku i místa, kde přes jílovitou vrstvu k vsaku nedošlo do stanoveného času.

Na některých místech se voda vsákla téměř okamžitě, což dokládá jeden z nejnižších časů 3 sekundy na Velebudické výsypce přesněji na sečené louce. Naopak největší hodnoty se naměřily na Střimické a Rudolické výsypce, na louce a v ruderálu byl čas delší než 30 minut.

Mnoho autorů ve svých výzkumech používá dvouválcovou metodu. Dle mého názoru se tato metoda do lokality plně jílu použitých při rekultivaci a mladé půdy nehodila. Časově by také byla více náročná a z hlediska dopravy velkého množství vody snad ani nerealizovatelná. Proto se přikláním k metodě jednoválcové, kterou v tomto případě hodnotím přínosně.

Dále bych chtěl diskutovat o ruderálních stanovištích. Úplně první terénní měření proběhlo právě na ruderálu a byl jsem velice překvapen. Toto místo mi připadalo spíše jako začínající skládka, plno odhozených věcí, místy kamenité, velice členité území. Nejspíš to bylo způsobeno blízkostí od města Most. Díky nerovnostem a kamenům zadržují ruderály v propadlinách a na povrchu vodu. Zadržování povrchové vody a nedostatečný vsak v tomto případě nelze brát jako úplné negativum. Takto se tvoří nebeská jezírka, která zadržují dešťovou vodu do jejího vypaření, spotřebování okolní vegetací či živočichy a jejich rozloha nebyla zaznamenána velká. Hendrychová et al. (2012) je zařadili mezi mimoprodukční biotopy, kam bych je také zařadil. Vráblíková et al. (2008) vidí ruderální stanoviště negativně, protože se v nich vyskytují invazivní druhy rostlin.

Poměrně k velkému počtu negativních vlastností ruderálních stanovišť bych jejich rozlohu nevolil velkou, ale nadruhou stranu bych jejich počty výrazně nesnižoval či úplně v rekultivované krajině nevynechával.

Terénním měření ukázalo na louce na Střimické výsypce zhutněnou půdu pojezdem techniky a čas infiltrace nebyl menší než 30 min. Právě Hoomehr et al. (2013) sledovali srážko-odtokové charakteristiky u nezhutněných mladých důlních půd, které byly kultivovány technikou omezující zhutnění. Terénní měření ukázala menší povrchový odtok, než u půd rekultivovaných konvekční metodou, u které dochází ke zhutnění. Simulační modely dokonce předpověděly vyšší povrchový odtok, než se skutečně objevil u půd méně zhutněných. Na rovinné ploše letiště a



ruđerálu vřak nehrozí povrřový odtok vody. Pokud by byly tyto lokality umístěny na svažitých pozemcích, ohrožení vodní erozí by bylo mnohem větší.

Obecně bych louky hodnotil kladně i přes špatné výsledky na louce na Střimické výsypce. Zvýřil podíl zemědělských rekultivací, aby obsahovaly produkční biotopy více doplněny o biotopy mimoprodukční jako je např. rozptýlená zeleň.

Půda v lese ať smíšeném nebo v monokultuře měla výrazně vyšří humusovou vrstvu než na ostatních lokalitách. Terénní měření potvrdilo na těchto lokalitách nejlepší infiltraci. Mohu tedy souhlasit s ostatními autory např. se Štýsem (1997) nebo s Dimitrovským a Štrudlem (2000), kteří ve svých publikacích vyzvihují použité druhy dřevin při rekultivaci, protože zlepřují vlastnosti půd.

Sukcesní stanoviřtě představují velice zajímavá místa s výskytem různých drůhů rostlin a živočichů, proto bych je zařadil jako důležitou prvky v obnově krajiny a ponechal tato místa částečně samovolnému vývoji, ale především vývoji řízenému a lokality nere kultivoval zhutňující konvenční metodou. Autoři Vojar (2007) a Řehounek et al. (2010) vidí v dneřní době jako nevýhodu právě kompletní rekultivaci výsypky, kvůli urovnání dřívě nerovného terénu a odvodnění. Tím se zničí biologicky hodnotné plochy.

Dále souhlasím s autory (Hendryřchová et al. 2012), aby se obnovila řádoucí úroveň biodiverzity, navrátily se produkční plochy a mimoprodukční plochy. A že se nejlépe jeví kombinovaný přístup biotechnických a spontánních přírodních postupů a pochodů. Díky hlubřímu poznání těžbou degradovaných území, se bude nadále vytvářet bohatří krajina ze všech ohledů.

## 7. Závěr

Cílem této práce bylo zjistit hydrologický a protierozní význam mimoprodukčních biotopů v posttěžební krajině Mostecka. Sběr dat proběhl prostřednictvím terénního měření na výsypkách pomocí jednoválcové metody.

Po vyhodnocení výsledků z terénního měření se zjistila nejlepší infiltrace vody do půdy v lesních biotopech, kde však místy trval pár sekund. Infiltrace na louce byla velmi ovlivněna špatným vsakem na Střimické výsypce, umístila se však na 2. místě. Téměř vyrovnané hodnoty vsaku jako na louce byly zaznamenány na sukcesních stanovištích. Ruderální stanoviště představují místa s nejhorší infiltrací vody, v mnoha případech se voda nevsákla vůbec. U mnoha studijních ploch byly zaznamenány místa s žádnou infiltrací, to bylo způsobeno jílovitou půdou těsně pod povrchem země. Půda se na studijních plochách vyhodnotila v rozmezí velmi propustné až málo propustné.

V zájmovém území se ve velké míře nacházejí biotopy lesnické rekultivace, jejichž procentuální zastoupení je od 43% až téměř po 91 %, z celkové rozlohy sledovaných biotopů. Následují zemědělské rekultivace, kterých je na ploše od 2,5 % do 53 %. Menší rozlohy mají biotopy sukcese, které jsou po přepočtu od 2,7 % do 46 %. Nejmenší rozlohy mají ruderální lokality, kterých je na ploše mezi 0,18 % do 3,5 %. Právě tyto výsledky velice ovlivnily konečné hodnoty infiltrace výsypek, protože se les nacházel v největším zastoupení, velmi to pomohlo snížit hodnoty infiltrace i o pár řádů. Nejlepší infiltrace byla v rámci jednotlivých lomů u lomu Vršany a k němu náležící Velebudické výsypce. Průměrná hodnota infiltrace je zde  $6,48 \cdot 10^{-2}$  m/s. Druhá nejlepší infiltrace byla zjištěna u výsypek lomu Československé armády, kde byla zjištěna průměrná infiltrace  $1,92 \cdot 10^{-2}$  m/s. Na posledním místě se tedy umístila výsypka, jejichž zeminy pocházejí z lomu Ležáky, na výsypce Střimické a části Rudolické. Hodnota průměrné infiltrace je zde  $1,17 \cdot 10^{-2}$  m/s.

Tyto čísla dokazují významnost mimoprodukčních biotopů v rekultivované krajině. V rámci ochrany přírody se doporučuje mimoprodukční biotopy ponechat v krajině v co největší míře a při provádění rekultivačních prací kombinovat jejich druhy. Tímto krokem se vytvoří fungující harmonická krajina. Velký význam mají plochy ponechané samovolnému vývoji, tedy sukcese, kdy se neupravuje terén a nezhutňují se půdy mechanizační technikou a to má za následek vyšší infiltrační schopnost. Samovolně vzniklé vodní plochy v terénních depresích, vytváří taktéž důležitou složku a doplňují tak krajinu o důležité vodní biotopy, které slouží především pro bezobratlé živočichy. Mezi prioritou lze zařadit vysazování rozptýlené zeleně v zemědělské a ostatní rekultivaci. Samotná zemědělská rekultivace je

vytvářena urovnáním a zhutněním povrchu, výsledky z terénního měření na těchto stujních plochách několikrát ukázaly nedostatečný vsak vody do půdy. Lesní porosty by se měly více doplnit o otevřené plochy, aby netvořily rozsáhlé uzavřené komplexy, jako jsou např. na Růžodolské výsypce, ale aby došlo ke zvýšení heterogenity krajiny. Takto navrhnuté porosty mohou sloužit pro živočichy, kteří potřebují pro život více druhů ekosystémů, v rámci jejich denních a sezónních aktivitách.

Vyšší podíl mimoprodukčních biotopů v krajině by pomohlo vytvořit změnou platné legislativy např. lesního zákona, o ochraně zemědělského půdního fondu či o územním plánování a stavebního řádu. Tímto krokem by se mohla sukcese definovat buď jako další forma rekultivace nebo se začlenit do nějakého druhu rekultivace, ať zemědělské nebo typu ostatní.

Další orgány, které mohou ovlivnit množství mimoprodukčních biotopů, jsou různé veřejné spolky, orgány ochrany přírody a krajiny či neziskové organizace zabývající se ochranou přírody. Důležitým článkem jsou samotní lidé žijící v blízkosti těchto míst a mnoho výzkumníků i z řad učitelů, kteří se zabývají touto problematikou a předávají nově nabyté informace dalším lidem.

Zjištěné informace a výsledky z terénního měření mohou sloužit jako doplňující informace v oblasti těžby a následné rekultivace území.

## 8. Přehled literatury a použitých zdrojů

ABAKUMOV E. V., 2008: Accumulation and transformation of organic matter on different – aged dumps from sand quarries. *Eurasian Soil Science*, 8: 844 – 851.

ABAKUMOV E. V., FROUZ J. 2009: Evolution of soil humus status on the calcareous neogene clay dumps of the sokolov quarry complex in the Czech Republic. *Eurasian Soil Science*, 42: 718 – 724.

ABAKUMOV E. V., GAGARINA E. I., 2006: Regeneration Soil Formation on the Spoil Heaps of Quarries on the Russian North-West. Publishing House of Saint Petersburg University, Saint Petersburg.

AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY, 2016: MapoMat (průvodce mapovými službami), online: <http://mapy.nature.cz>, cit. 23. 10. 2016.

ALLISON F. E., 1973: *Soil Organic Matter and its Role in Crop Production*. Elsevier, Amsterdam.

ARCHEGOVA I. B., 2009. Soil formation under the revegetation succession of forest ecosystem on the North. *Siberian Journal of Ecology*, 1: 91 – 98.

BABEL U., 1968: Enchtraeen-Losungsgefüge im Löss. *Geoderma*, 2: 57 – 63.

BAO N., YE B., BAI Z., 2012: Rehabilitation of vegetation mapping of ATB opencast coal-mine based on GIS and RS. *Sens. Lett.*, 10 (1–2): 387 – 393.

BARTŮŇKOVÁ K., 2012: Rekultivace povrchových hnědouhelných dolů v severních Čechách. *Geografické rozhledy*, 22: 8 – 9.

BARTŮŇKOVÁ K., SOKOL Z., POP L., 2014: Vliv nově vzniklé jezerní plochy a mikroklíma. In: *Těžba a její dopady na životní prostředí: sborník konference, 2. a 3. dubna 2014, Hotel Harmony Club Ostrava. Vodní zdroje Ekomonitor, Chrudim: 60 – 65.*

BARTUŠKA M., FROUZ J., 2015: Carbon accumulation and changes in soil chemistry in reclaimed open-cast coal mining heaps near Sokolov using repeated

measurement of chronosequence sites. *European Journal of Soil Science*, 66: 104 – 111.

BATYSTA M., HAVELKA J., HRUŠKA M., JACKO K., JIRÁSKOVÁ I., KUČERA J., LEIBL M., MEDONOS T., NĚMEC S., NOVOTNÝ I., POLÁKOVÁ Š., REININGER D., SKOKANOVÁ E., SMATANOVÁ M., TYPOLTOVÁ L., VÁCHA R., VILHELM V., VOLTR V., VOPRAVIL J., 2015: Situační a výhledová zpráva. Ministerstvo zemědělství České republiky, Praha.

BAŽANT V., 2010: Růstové vlastnosti dřevin na výsypkových stanovištích Mostecké pánve (Sevečeské hnědouhelné pánve). Nepublikováno, depon. Knih. FLD, ČZU v Praze, Praha.

BEGON M., HARPER J. L., TOWNSEND C. R., 1996: *Ecology: Individuals, Populations and Communities*. Blackwell, Oxford.

BENNET H. H., 1955: *Elements of soil conservation*. New York – Toronto – London.

BENEŠ E. D., 2004: *Mostecko: regionální vlastivěda*. Vyd. 1. Most, Hněvín.

BERENDSE F., VAN RUIJVEN J., JONGEJANS E., KEESSTRA S. D., 2015: Loss of plant species diversity reduces soil erosion resistance of embankments that are crucial for the safety of human societies in low-lying areas. *Ecosystems*, 18: 88 – 888.

BEVEN K., GERMANN P., 1982: Macropores and Water – Flow in Soils. *Water Resources Research*, 18: 1311 – 1325.

BIEMELT D., SCHAPP A., KLEEBERG A., GRUNEWALD U., 2005: Overland flow, erosion, and re-lated phosphorus and iron fluxes at plot scale: a case study from a non-vegetated lignite mining dump in Lusatia. *Geoderma*, 129 (1–2): 4 – 18.

BLAŽEK V., CÍLEK V., EHRLICH P., FRANK D., GERGEL J., HLADNÝ J., HOFMEISTER T., JANSKÝ B., KAKOS V., KENDER J., KOPP J., KRÁL M., KRÁTKÁ M., KRÁTKÝ M., KVÍTEK T., LÍDLOVÁ D., LANGHAMMER J., 2006:

Voda v České republice. Pro ministerstvo zemědělství vydal Consult, Kolumbus, Praha.

BONTA J. V., AMERMAN C. R., HARLUKOWICZ T. J., DICK W. A., 1997: Impact of coal surface mining on three Ohio watersheds – surface – water hydrology. *Journal of the American Water Resources Association*, 33: 907 – 917.

BRADSHAW A., 1997: Restoration of mined lands-using natural processes. *Ecological Engineering*, 8: 255 – 269.

BRUSSAARD L., VAN VEEN J. A., KOOISTRA M. J., LEBBINK G., 1988: The Dutch programme on soil ecology of arable farming systems I. Objectives, approach and some preliminary results. *Ecol. Bull.*, 39: 35 – 40.

CASERMEIRO M. A., MOLINA J. A., CARAVACA M., COSTA J. H., MASSANET M. I. H., MORENO P. S., 2004: Influence of scrubs on runoff and sediment loss in soils of Mediterranean climate. *Catena*, 57 (1): 91– 107.

CERLI C., CELI L., JOHANSSON M. B., KOGEL – KNABNER I., ROSENQVIST L., ZANINI E., 2006: Soil organic matter changes in a spruce chronosequence – Carbon and lignin dynamics. *Soil Science*, 171: 837 – 849.

CERLI C., CELI L., KAISER K., GUGGENBERGER G., JOHANSSON M. B., CIGNETTI A., 2008: Changes in humic substances along an age sequence of Norway spruce stands planted on former agricultural land. *Organic Geochemistry*, 39: 1269 – 1280.

CIOLKOSZ E. J., CRONCE R. C., CUNNINGHAM R. L., PETERSON G. W., 1985: Characteristics, Genesis, and Classification of Pennsylvania Minesoils. *Soil Science*, 139: 232 – 238.

CULEK M., GRULICH V., LAŠTŮVKA Z., DIVÍŠEK J., 2013: Biogeografické regiony. Česká republika, Masarykova univerzita, Brno.

CZACHOR H., 2006: Modelling the effect of pore structure and wetting angles on capillary rise in soils having different wettabilities. *Journal of Hydrology*, 328: 604 – 613.

CZECH COAL, 2006: Zpráva o udržitelném rozvoji. Czech Coal, online: <http://www.czechcoal.cz/cz/profil/ccg/rz/ur2006cz.pdf>, cit. 6. 4. 2016.

ČERMÁK P., KOHEL J., BALCAROVÁ E., MĚSKOVÁ L. A JAROŠOVÁ I., 2000: Vodní režim antropogenních půd. Zpravodaj Hnědé uhlí, 4: 47 – 54.

ČESKO. Vyhláška č. 139/2004 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o přenosu semen a sazenic lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnosti o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa, v platném znění.

ČESKO. Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), v platném znění.

ČESKO. Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně některých zákonů (lesní zákon), v platném znění.

ČESKO. Zákon č. 44/1998 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon), v platném znění.

ČESKO. Zákon č. 334/1992 Sb., České národní rady o ochraně zemědělského půdního fondu (ZPF), v platném znění.

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

ČESKO. Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění.

ČESKO. ČSN 75 2310, 2006: Sypané hráze. Český normalizační institut, Praha.

DAVIE T., 2008: Fundamentals of Hydrology (Second Edition). Series: Routledge Fundamentals of Physical Geography. Routledge, part of Taylor a Francis Group, London and New York.

DEUCHARS S. A., TOWNEND J., AITKENHEAD M. J., FITZPATRICK E. A., 1999: Changes in soil structure and hydraulic properties in regenerating rain forest. *Soil Use Manag.*, 15 (3): 183 – 187.

DIMITROVSKÝ K. a ŠTRUDL M., 2000: Fytcenologické zhodnocení výsypek v oblasti Sokolovska. *Zpravodaj Hnědé uhlí*, 2: 59 – 66.

DIMITROVSKÝ K., 2001: Tvorba nové krajiny na Sokolovsku. Sokolovská uhelná a. s., Sokolov.

DLABALOVÁ P., 1997: Průvodce po vybraných rekultivačních akcích v Severočeském hnědouhelném revíru. Báňské projekty Teplice (dle podkladů MUS a.s., SD a.s. a RVM a.s.), Teplice.

DOLEŽALOVÁ J., VOJAR J., SMOLOVÁ D., SOLSKÝ M., KOPECKÝ O., 2012: Technical reclamation and spontaneous succession produce different water habitats: A case study from Czech post-mining sites. *Ecological Engineering*, 43: 5 – 12.

DRAZIC D., VESELINOVIC M., CULE N., MITROVIC S., 2012: New post-exploitation open pit coal mines landscapes-potentials for recreation and energy biomass production: a casestudy from Serbia. *Morav. Geogr. Rep.*, 20 (2): 2 – 16.

DUIKER S., 2002: Diagnosing Soil Compaction Using a Penetrometer (soil compaction tester), College of Agricultural Sciences, online: <http://extension.psu.edu/plants/crops/soil-management/soil-compaction/diagnosing-soil-compaction-using-a-penetrometer>, cit. 24. 8. 2016.

DUMBROVSKÝ M., 1995: Doporučený systém protierozní ochrany v procesu komplexních pozemkových úprav. *Metodika 19. Metodika 19. VÚMOP Praha*.

DUMBROVSKÝ M., 2013: Nepříznivé důsledky povrchového odtoku a jejich eliminace v procesu pozemkových úprav: Adverse consequences of surface runoff and its conservation in the land consolidation process: teze přednášky k profesorskému jmenovacímu řízení v oboru Vodní hospodářství a vodní stavby. *VUTIUM*, Brno.



DUMBROVSKÝ M., KULHAVÝ J., SÁŇKA M., MENŠÍK L., REMEŠ M., 2009: Hodnocení negativního vlivu degradačních faktorů na půdu a návrh možností jeho omezení – vytvoření podkladů pro plnění požadavků daných návrhem směrnice na ochranu půdy EU. Výstup řešení projektu VAV SP2e3, Brno.

EISENVORTOVÁ R., 2010: Uhlí je nezbytným energetickým zdrojem v celé Evropě. Uhlí – rudy – geologický průzkum, 58: 3 – 5.

EVANS D. M., ZIPPER C. E., HESTER E. T., SCHOENHOLTZ S. H., 2015: Hydrologic Effects of Surface Coal Mining in Appalachia (U. S.). Journal of the American Water Resources Association: 1 – 17.

EVANS K. G., MARTIN P., MOLIERE D. R., SAYNOR M. J., PRENDERGAST J. B., ERSKINE W. D., 2004: Erosion risk assessment of the Jabiluka Mine Site, Northern Territory, Australia. J. Hydrol. Eng., 9 (6): 512– 522.

FIELDS – JOHNSON C. W., ZIPPER C. E., BURGER J. A., EVANS D. M., 2012: Forest Restoration on Steep Slopes After Coal Surface Mining in Appalachian USA: Soil Grading and Seeding Effects. Forest Ecology and Management, 270: 126 – 134.

FREEZE R. A., CHERRY J. A., 1979: Groundwater. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

FROUZ J., 1999: Obnova společenstev půdních organismů na plochách lesnický rekultivovaných hnědouhelných výsypek a jejich význam pro tvorbu půdy. Ochrana přírody, 5: 157 – 159.

FROUZ J., KEPLIN B., PIZL V., TAJOVSKY K., STARY J., LUKESOVA A., 2001: Soil biota and upper soil layers development in two contrasting post-mining chronosequences. Ecological Engineering, 17: 275 – 284.

FROUZ J., NOVÁKOVÁ A., 2005: Development of soil microbial properties in topsoil layer during spontaneous succession in heaps after brown coal mining in relation to humus microstructure development. Geoderma, 129: 54 – 64.

FROUZ J., PIŽL V., TAJOVSKÝ K., 2007: The effect of earthworms and other saprophagous macrofauna on soil microstructure in reclaimed and un-reclaimed post mining sites in Central Europe. *European Journal of Soil Biology*, 43: 184 – 189.

GALÁN P., 1997: Colonization of spoil benches of an opencast lignite mine in northwest Spain by amphibians and reptiles. *Biological Conservation*, 79: 187 – 195.

GAO Y., ZHU B., ZHOU P., TANG J. L., WANG T., MIAO C. Y., 2009: Effects of vegetation cover on phosphorus loss from a hillslope cropland of purple soil under simulated rainfall: a case study in China. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.*, 85 (3): 263 – 273.

GRIFFITH M. B., NORTON S. B., ALEXANDER L. C., POLLARD A. I., LEDUC S. D., 2012: The Effects of Mountaintop Mines and VFs on the Physiochemical Quality of Stream Ecosystems in the Central Appalachians: A Review. *Science of the Total Environment*, 417 – 418: 1 – 12.

GREMLICA T., CÍLEK V., VRABEC V., ZAVADIL V., LEPŠOVÁ A., 2011: Využívání přirozené a usměrňované ekologické sukcese při rekultivacích území dotčených těžbou nerostných surovin. Ústav pro ekopolitiku, Praha.

HAERING K. C., DANIELS W. L., GALBRAITH J., 2004: Appalachian Mine Soil Morphology and Properties: Effects of Weathering and Mining Method. *Soil Science Society of America Journal*, 68: 1315 – 1325.

HANCOCK G. R., WELLS T., MARTINEZ C., DEVER C., 2015: Soil erosion and tolerable soil loss: Insights into erosion rates for a well – managed grassland catchment. *Geoderma*, 237 – 238: 256 – 265.

HARABIŠ F., DOLNÝ A., 2012: Human altered ecosystems: suitable habitats as well as ecological traps for dragonflies (Odonata): the matter of scale. *Journal of Insect Conservation*, 16(1): 121 – 130.

HELINGEROVÁ M., FROUZ J. A ŠANTRŮČKOVÁ H. 2010: Microbial activity in reclaimed and unreclaimed post-mining sites near Sokolov (Czech Republic). *Ecological Engineering*, 36: 768 – 776.

HENDRYCHOVÁ M., 2008: Reclamation success in post-mining landscapes in the Czech Republic: A review of pedological and biological studies. *Journal of Landscape Studies*, 2: 63 – 78.

HENDRYCHOVÁ M., BOGUSCH P., 2016: Combination of reclaimed and unreclaimed sites is the best practice for protection of aculeate Hymenoptera species on brown coal spoil heaps. *Journal of Insect Conservation*: 1 – 14.

HENDRYCHOVÁ M., KABRNA M., SD a. s., ONDRÁČEK V., BPT a. s., BORŠIOVÁ J., R-PRINCIP Most s. r. o., 2012: Katalog mimoprodukčních biotopů: pro rekultivaci území dotčeného těžbou Severočeských dolů a.s. Raise Petr Stuna, Louny.

HENDRYCHOVÁ M., ŠÁLEK M., ČERVENKOVÁ A., 2008: Invertebrate communities in man-made and spontaneously developed forests on spoil heaps after coal mining. *Journal of Landscape Studies*, 3 – 4: 169 – 187.

HENDRYCHOVÁ M., ŠÁLEK M., ŘEHOŘ M., 2009: Ptačí společenstva lesních stanovišť na výsypkách po povrchové těžbě hnědého uhlí. *Sylvia*, 45: 177 – 189.

HERRICK J. E., WANDER M. M., 1998: Relationships between soil organic carbon and soil quality in cropped and rangeland soils: The importance of distribution, composition, and soil biological activity. In: *Soil Processes and the Carbon Cycle* (eds R. Lal, J. M. Kimble, R. F. Follet & B. A. Stewart), CRC Press, New York: 405 – 426.

HODAČOVÁ D., PRACH K. 2003: Spoil heaps from brown coal mining: technical reclamation versus spontaneous revegetation. *Restoration Ecology*, 11: 1 – 7.

HOLEC M., FROUZ J., 2005: Ant (Hymenoptera: Formicidae) communities in reclaimed and unreclaimed brown coal mining spoil dumps in the Czech Republic. *Pedobiologia*, 49: 345 – 357.

HOLÝ M., 1994: Eroze a životní prostředí. České vysoké učení technické v Praze, Praha.

HOOMEHR S., SCHWARTZ J. S., YODER D. C., DRUMM E. C., WRIGHT W. C., 2013: Curve Numbers for Low – Compaction, Steep – Sloped Reclaimed Mine-Lands in Southern Appalachian Region. *ASCE Journal of Hydrologic Engineering*, 18: 1627 – 1638.

CHUMAN T., 2012: Obnova krajiny po těžbě nerostných surovin. *Geografické rozhledy*, 22: 10 – 11.

JANEČEK M., 2000: Voda v krajině. In: Sborník Voda pro příští generace, sborník příspěvků konference, Klub techniků ČVTVHS, Praha: 53 – 55.

JANEČEK M., 2008: Základy erodologie. Česká zemědělská univerzita, Praha.

JANEČEK M., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika. Powerprint, Praha.

JOINT WORKING PARTY ON FOREST ECONOMICS AND STATISTICS ECE/FAO (JWPOFEAS), 1993: Ad Hoc Meeting to prepare a study on the outlook for the non-wood goods and services of forests. Geneva.

JONÁŠ F., 1972: Tvorba půdy na výsypkách složených z šedých miocenních jíílů v oblasti Severočeského hnědouhelného revíru. *Lesnictví*, 18: 117 – 141.

JONGEPIEROVÁ I., PEŠOUT P., JONGEPIER J. W., PRACH K., 2012: Ekologická obnova v České republice. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, Praha.

KABRNA M., 2011: Studies of land restoration on spoil heaps from brown coal mining in the Czech Republic – a literature review. *Journal of Landscape Studies*, 4: 59 – 69.

KABRNA M., 2013: Voda jako nástroj obnovy krajiny po povrchové těžbě hnědého uhlí. In: *Sborník Jezera a mokřady ve zbytkových jamách po těžbě nerostů*, sborník příspěvků konference, 16. – 18. dubna 2013, Hotel Cascade, Vyd. 1. Třeboň: ENKI, Most, online: <http://www.enki.cz/cs/cinnost/konference-a-seminare/item/51-most2013>.

KAŠPAR J., MĚSKOVÁ L., 2005: Nová krajina Mostecká po těžbě hnědého uhlí. Mostecká uhelná společnost a.s., online: [http://slon.diamo.cz/hpvt/2002/sekce/zahlazovani/Z15/P\\_15.htm](http://slon.diamo.cz/hpvt/2002/sekce/zahlazovani/Z15/P_15.htm), cit. 15. 11. 2015.

KAZDA I., 1983: Proudění podzemní vody řešení metodou konečných prvků. Nakladatelství technické literatury, n. p., Praha.

KEMEL M., 1994: Hydrologie. České vysoké učení technické v Praze, Praha.

KLAAS G. J. N., LAGEN B., BUURMAN P., 2001: Composition of plant tissues and soil organic matter in the first stages of a vegetation succession. *Geoderma*, 100: 1 – 24.

KLIMECKÝ O., MUTINSKÝ J., VAJNAR V., SYNEK E., 1997: Hnědé uhlí v České republice: významný domácí zdroj energie. PULFORD, Praha.

KONVIČKA M., BENEŠ J., ČÍŽEK L., 2005: Ohrožený hmyz nelesních stanovišť: ochrana a management. Sagittaria, Olomouc.

KOPECKÝ K., HEJNÝ S., 1992: Ruderální společenstva bylin České republiky: zpracováno s použitím deduktivní metody syntaxonomické klasifikace. Academia, nakladatelství Československé akademie věd, Praha.

KRČÍLKOVÁ Š., ŠÍMOVÁ P., 2013: Metodika klasifikace leteckých snímků v projektu Analýza vývoje krajiny v ČR v podrobném měřítku hodnocení. Fakulta životního prostředí ČZU v Praze, Praha.

LEEPER G. W., UREN N. C., 1993: Soil Science. An Introduction. Melbourne University Press, Melbourne.

LHOTSKÝ J., VÁCHAL J., EHRLICH P., 1984: Soustava opatření k zúrodnění zhutněných půd. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha.

LI L., SHUHAN D., WU L., LIU G., 2009: An overview of soil loss tolerance. *Catena*, 78: 93 – 99.

LIPSKÝ Z., 1998: Krajinná ekologie pro studenty geografických oborů. Karolinum – nakladatelství Univerzity Karlovy, Praha.

REINTAM L., ELMAR K., ROOMA I., 2002: Development of soil organic matter under pine on quarry detritus of open-cast oil-shale mining. *Forest Ecology and Management*, 171: 191 – 198.

MEERVELD H. J., MCDONNELL J. J., 2006: Threshold Relations in Subsurface Stormflow: 2. The Fill and Spill Hypothesis. *Water Resources Research*, 42: 2.

MIAO Z., MARRS R., 2000: Ecological restoration and land reclamation in open-cast mines in Shanxi Province, China. *J. Environ. Manag.*, 59 (3): 205 – 215.

MLS J., 1988: *Hydraulika podzemní vody*. České vysoké učení technické v Praze, Praha.

MORGAN R. P. C., 2005: *Soil Erosion and Conservation*. Blackwell Publishing, Oxford, Third Edition: 304.

MYSLIL V., 1999: *Voda, země, život*. Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha.

NERUDA M., KUBÁT K., ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ J., MACHOVÁ I., FILIPOVÁ L., 2013: Hydrická rekultivace jezera Most. In: *Sborník Jezera a mokřady ve zbytkových jamách po těžbě nerostů: sborník příspěvků konference*, 16. – 18.

dubna 2013, Hotel Cascade, Vyd. 1. Třeboň: ENKI, Most, online: <http://www.enki.cz/cs/cinnost/konference-a-seminare/item/51-most2013>.

NERUDA M., MACHOVÁ I., KUBÁT K., FILIPOVÁ L., HOLEC M., HOLCOVÁ D., 2014: Hydrická rekultivace na Mostecku: ekosystém literární zóny. In: Těžba a její dopady na životní prostředí: sborník konference, 2. a 3. dubna 2014, Hotel Harmony Club Ostrava. Vodní zdroje Ekomonitor, Chrudim: 56 – 59.

NIEROP K. G. J., BUURMAN P., 1998: Composition of soil organic matter and its water soluble fraction under young vegetation on drift sand, central Netherlands. *European Journal of Soil Science*, 49: 605 – 615.

NOVÁK J., PRACH K. 2003: Vegetation succession in basalt quarries: pattern over a landscape scale. *Applied Vegetation Science*, 6: 111 – 116.

NOVÁK P. a ZLATUŠKOVÁ S., 2012: Výkladový terminologický slovník pedologie. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha.

NOVOTNÝ I., MISTR M., PAPA J., KRISTENOVÁ H., VÁŇOVÁ V., KAPIČKA J., VLČEK V., OPRAVIL J., KULÍŘOVÁ P., KADLEC V., KOBZOVÁ D., SRBEK J., POCHOP M., PODHRÁZSKÁ J., ŽÍŽALA D., DOSTÁL T., KRÁSA J., VAŇKOVÁ K., HALUZOVÁ J., JIRKŮ V., SMOLKOVÁ I., 2014: Příručka ochrany proti vodní erozi: [aktualizované znění - leden 2014]. Ministerstvo zemědělství, Praha.

O'CONNOR F. B., 1967: The Enchytraeidae. In: BURGESS, A. and F. RAW (Eds.): *Soil Biology*. Academic Press, London, New York: 213 – 257.

ONDRÁČEK V., 2011: Historie, současnost a perspektivy rekultivačních prací na lokalitách severočeských dolů a.s., Severočeské doly a.s. Chomutov, Hornická Příbram ve vědě a technice, Příbram, online: [http://slon.diamo.cz/hpvt/2011/\\_Zahlaz/Z%2009.pdf](http://slon.diamo.cz/hpvt/2011/_Zahlaz/Z%2009.pdf), cit. 5. 2. 2016.

PAWLUK S., 1987: Faunal micromorphological features in moder humus of some western Canadian soils. *Geoderma*, 40: 3 – 16.

PECHAROVÁ E, 2013: Obnova jezerní krajiny – odkaz Ivana Svobody. In: Sborník Jezera a mokřady ve zbytkových jamách po těžbě nerostů: sborník příspěvků konference, 16. – 18. dubna 2013, Hotel Cascade, Vyd. 1. Třeboň: ENKI, Most, online: <http://www.enki.cz/cs/cinnost/konference-a-seminare/item/51-most2013>.

PIMENTEL D., 2006: Soil erosion: a food and environmental threat. *Environment Development and Sustainability*, 8(1): 119 – 137.

PODHRÁZSKÁ J., 2014: Systém analýzy území a návrhu opatření k ochraně půdy a vody v krajině: podklad pro územní plánování a pozemkové úpravy: [metodický návod]. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, oddělení pozemkové úpravy a využití krajiny, Praha.

PODHRÁZSKÁ J., NOVOTNÝ I., ROŽNOVSKÝ J., HRADIL M., TOMAN F., DUFKOVÁ J., MACKŮ J., KREJČÍ J., POKLADNÍKOVÁ H., STŘEDA T., 2008: Optimalizace funkcí větrolamů v zemědělské krajině: metodika. VÚMOP, Praha.

POKORNÁ D., ZÁBRANSKÁ J., 2008: Hydrologie a hydroopedologie. Vydavatelství VŠCHT, Praha.

PRACH K., 2003: Spoil heaps from brown coal mining: technical reclamation versus spontaneous revegetation. *Restoration Ecology*, 11: 1 – 7.

PRACH K., 2009: Ekologie obnovy narušených míst I. Obecné principy. Nakladatelství Academia, Středisko společných činností AV ČR, v. v. i., za podpory Akademie věd ČR, Živa, 1: 22 – 24.

PRACH K., FROUZ J., KAREŠOVÁ P., KONVALINKOVÁ P., KOUTECKÁ V., MUDRÁK O., NOVÁK J., ŘEHOUNEK J, ŘEHOUNKOVÁ K, TICHÝ L., TRNKOVÁ R., TROPEK R., 2009: Ekologie obnovy narušených míst II. Místa narušená těžbou surovin. Nakladatelství Academia, Středisko společných činností AV ČR, v. v. i., za podpory Akademie věd ČR, Živa, 1: 68 – 72.

PRACH K., PYŠEK P. 2001: Using spontaneous succession for restoration of human-disturbed habitats: experience from central Europe. *Ecological Engineering*, 17: 55 – 62.



PRACH P., HOBBS J. R., 2008: Spontaneous Succession versus Technical Reclamation in the Restoration of Disturbed Sites. *Restoration Ecology*, 16: 363 – 366.

PRŮCHA J., 2015: Rekultivace Růžodolské výsypky skončí v roce 2018. Good Com s.r.o., online: <http://iuhli.cz/rekultivace-ruzodolske-vysypky-skonci-v-roce-2018/>, cit. 18. 2. 2016.

PRŮCHA J., 2015a: Sever se může těšit na další jezero. Good Com s.r.o., online: <http://iuhli.cz/sever-se-muze-tesit-na-dalsi-jezero/>, cit. 1. 10. 2016.

PŘÍKRYL I., 1999: Nová příležitost v krajině – výsypky hnědouhelných lomů. *Ochrana přírody*, 54: 190 – 192.

PŘÍKRYL I., HAVEL L., 2010: Hydrická rekultivace zbytkových jam po těžbě hnědého uhlí II – Barbora a Chabařovice. *Limnologické noviny, Limnological News, Česká limnologická společnost*, 4: 1 – 6.

PYŠEK P., 1996: Synantropní vegetace. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. Phare.

RITTER J. B., GARDNER T. W., 1993: Hydrologic Evolution of Drainage Basins Disturbed by Surface Mining, Central Pennsylvania. *Geological Society of American Bulletin*, 105: 1.

ROBERTS J. A., DANIELS W. L., BELL J. C., BURGER J. A., 1988: Early Stages of Mine Soil Genesis as Affected by Topsoiling and Organic Amendments. *Soil Science Society of America Journal*, 52: 730 – 738.

RUMPEL C., KNICKER H., KNOGEL-KNABNER I., SKJEMSTAD J. O., HQTTL R. F., 1998: Types and chemical composition of organic matter in reforested lignite-rich mine soils. *Geoderma*, 86: 123 – 142.

ŘEHOUNEK J., ŘEHOUNKOVÁ K., PRACH K., 2010: Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, České Budějovice.

ŘEHOUNEK J., HÁTLE M., ŘEHOUNKOVÁ K., 2013: Jak prosadit přírodě blízkou obnovu těžebního prostoru? Fórum ochrany přírody, občanské sdružení Fórum ochrany přírody, Praha, online: <http://www.forumochranyprirody.cz/jak-prosadit-prirode-blizkou-obnovu-tezebnihoprostoru>., cit. 20. 11. 2016.

ŘÍHOVÁ A. J., IVANOVÁ P., 2013: Hydrická rekultivace na Mostecku. První výsledky hydrobiologického průzkumu hydricky rekultivovaného Mostecka. Vodní hospodářství, 63: 33 – 37.

SENCINDIVER J. C., AMMONS J. T., 2000: Minesoil Genesis and Classification. In: Reclamation of Drastically Disturbed Lands, R. I. Barnhisel, W. L. Daniels, and R. G. Darmody (Editors). Agronomy Series No. 41. American Society of Agronomy, Wisconsin, Madison: 595 – 613.

SEVER H., MAKINECI E., 2009: Soil organic carbon and nitrogen accumulation on coal mine spoils reclaimed with maritime pine (*Pinus pinaster* Aiton) in Agacli – Istanbul. *Environ. Monit. Assess.*, 155 (1–4): 273 – 280.

SHUKLA M. K., LAL R., UNDERWOOD J., EBINGER M., 2004: Physical and Hydrological Characteristics of Reclaimed Minesoils in Southeastern Ohio. *Soil Science Society of America Journal*, 68: 1352 – 1359.

SCHAFER W. M., NIELSEN G. A., DOLLHOPF D. J., TEMPLE K., 1979: Soil Genesis, Hydrological Properties, Root Characteristics and Microbial Activity of 1 to 50 – year Old Stripmine Spoils, EPA-600/7-79-100. Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH.

SCHWAB G. O., FANGMEIER D. D., ELLIOT W. J., FREVERT R. K., 1993: *Soil and Water Conservation Engineering*. Wiley, New York, 4th ed.

SIDLE R. C., NOGUCHI S., TSUBOYAMA Y., LAURSEN K., 2001: A Conceptual Model of Preferential Flow Systems in Forested Hillslopes: Evidence of Self – Organization. *Hydrological Processes*, 15: 1675 – 1692.

SIMMONS J., CURRIE W., ESHLEMAN K., KUERS K., MONTELEONE S., NEGLEY T., POHLAD B., THOMAS C., 2008: *Forest to Reclaimed Land Use*

Change Leads to Altered Ecosystem Structure and Function. *Ecological Applications*, 18: 104 – 118.

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

SKLENIČKA P., LHOTA T., CECETKA J., 2002: Soil porosity along a gradient from forest edge to field. *Die Bodenkultur*, 53 (4): 191 – 197 pp., online: <https://diebodenkultur.boku.ac.at/volltexte/band-53/heft-4/sklenicka.pdf>., cit. 20. 11. 2016.

SMITH R. E., GOODRICH D. C., 2005: Rainfall Excess Overland Flow. In: *Encyclopedia of Hydrological Sciences*, M. G. Anderson and J. J. McDonnell (Editors). John Wiley and Sons, United Kingdom, Chichester: 1707 – 1718.

SMOLOVÁ D., DOLEŽALOVÁ J., VOJAR J., SOLSKÝ M., KOPECKÝ O., GUČÍK J., 2010: Faunistický přehled a zhodnocení výskytu obojživelníků na severočeských výsypkách. In: *Sborník Severočeského Muzea, Přírodní Vědy, Liberec*, 28: 155 – 163.

SOCHOR Z., 2010: Revitalizace území jako vyšší stupeň rekultivace. Uhlí – rudy – geologický průzkum, 58: 4 – 6.

SPRINGETT J. A., 1970: The distribution and life histories of some moorland Enchytraeidae (Oligochata). *J. Anim. Ecol.*, 39: 725 – 737.

SRBA M., TYRNER P., 2003: Výskyt *Bembix tersata* v severozápadních čechách. *Sborník oblastního muzea Most*.

SVOBODA I., PECHAROVÁ E., VRBOVÁ M., 2011: Obnova jezerní krajiny pod Krušnými horami. *Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy*.

ŠAFÁŘOVÁ M., 2015: Studie dopadů ukončení těžby lomu ČSA. Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most.

ŠARAPATKA B., 1996: *Pedologie*. Univerzita Palackého, Olomouc.

ŠŤASTNÝ K., BEJČEK V., HUDEC K., 2006: Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 2001-2003. Vydavatelství Aventinum, Praha.

ŠŤÝS S., 1997: Rekultivace. Mostecká uhelná společnost a.s., Most.

ŠŤÝS S., 2000: Proměny měsíční krajiny v srdci Evropy. Ecoconsult pons, Most.

ŠŤÝS S., BÍZKOVÁ R., RITSCHELOVÁ I., 2014: Proměny severozápadu. Český statistický úřad, Praha.

ŠŤÝS S., DIMITROVSKÝ K., JONÁŠ F., 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 – Státní nakladatelství technické literatury, Praha.

ŠŤÝS S., HELEŠICOVÁ L., 1992: Proměny měsíční krajiny. Bílý slon, Praha.

ŠŤÝS, S., 1990: Rekultivace území devastovaných těžbou nerostů. SNTL-Nakladatelství technické literatury, Praha.

ŠŤÝŠ S., 2009: Území dotčená těžební činností v podkrušnohorských oblastech se v lukrativní podobě vracejí obyvatelstvu: Ekologické stopy hnědouhelné těžby v krajině. Uhlí – rudy – geologický průzkum, 57: 13 – 16.

TICHÁNEK F., 2011: Mostecké výsyvky: významné refugium ohrožených druhů organismů. Jihočeská univerzita, Přírodovědecká fakulta, České Budějovice, online: <http://botanika.prf.jcu.cz/suspa/vyuka/materialy/Tichanek.pdf>. cit. 9. 2. 2016.

TOMPSON M. L., FEDOROFF N., FOURNIER B., 1990: Morphological features related to agriculture and faunal activity in three loess-derived soils in France. *Geoderma*, 46: 329 – 349.

TOTH J., 1963: A Theoretical Analysis of Groundwater Flow in Small Drainage Basins. *Journal of Geophysical Research*, 68: 4795 – 4812.

TROPEK R., KADLEC T., KAREŠOVÁ P., SPITZER P., KOČÁREK P., MALENOVSKÝ I., BAŇAŘ P., TUF I. H., HEJDA M., KONVIČKA M., 2010:

Spontaneous succession in limestone quarries as an effective restoration tool for endangered arthropods and plants. *Journal of Applied Ecology*, 47: 139 – 147.

TROPEK R., KONVIČKA M., 2008: Can quarries supplement rare xeric habitats in a piedmont region? Spiders of the Blansky les Mts, Czech Republic. *Land Degradation & Development*, 19: 104 – 114.

TUŠIL P., MIČANÍK T., SOLDÁN P., 2015: Výukový modul MPV6 Voda v krajině. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce, online: <ftp://89.29.71.150/dokumenty/moduly/MPV6.pdf>.

VAN OOST K., GOVERS G., DESMET P. 2000: Evaluating the effects of changes in landscape structure on soil erosion by water and tillage. *Landscape Ecology*, 15: 557 – 589.

VÁNĚ M., 1958: Geologické podmínky vzniku uhelných ložisek v severočeské hnědouhelné pánvi. Sborník I. geologické konference o Chomutovsko – mostecko – teplické pánvi a přilehlých oblastech, 8. – 10. 12. 1958, Teplické lázně v Čechách. Teplice: SHR- Uhelný průzkum n. p. Osek u Duchcova: 66 – 79.

VANĚK P., DIMITROVSKÝ K., ŠTRUDL M., 1998: Ekologická stabilita antropogenních půd. *Zpravodaj Hnědé uhlí*, 4: 5 – 15.

VINDUŠKOVA O., FROUZ J., 2013: Soil carbon accumulation after open-pit coal and oil shale mining in Northern Hemisphere: a quantitative review. *Environmental Earth Sciences*, 69: 1685 – 1698.

VLASÁK P., HAVEL L., 2006: Specifika krajiny narušené povrchovou těžbou uhlí, ekologické aspekty její obnovy. In: *Těžba a její dopady na životní prostředí: sborník konference*, 21. – 23. 3. 2006, Lísek u Bystřice nad Pernštejnem, Česká republika, Moučková Petra (edit). *Vodní zdroje Ekomonitor*, Chrudim: 8 – 11.

VLASTNÍ ARCHIV 1, 2015: KOROL D., fotografie: TFA 48.1000 od výrobce Dostmann/Wertheim, 22. 9. 2015, Most.

VLASTNÍ ARCHIV 2, 2015: KOROL D., fotografie: Geotester od Controls, 22. 9. 2015, Most.

VLASTNÍ ARCHIV 3, 2015: KOROL D., fotografie: Další použité pomůcky při terénním měření, 22. 9. 2015, Most.

VOJAR J., 1999: Sukcese obojživelníků na výsypkách po povrchové těžbě hnědého uhlí. Nepublikováno, depon. Knih. FŽP, ČZU v Praze, Praha.

VOJAR J., 2000: Sukcese obojživelníků na výsypkách. Živa, 48(1): 41 – 43.

VOJAR J., 2007: Ochrana obojživelníků: ohrožení, biologické principy, metody studia, legislativní a praktická ochrana. Doplněk k metodice č. 1 Českého svazu ochránců přírody. ZO ČSOP Hasina, Louny.

VOJAR J., DOLEŽALOVÁ J., 2003: Rozšíření skokana skřehotavého (*Rana ridibunda* Pallas, 1771) na výsypkách Ústeckého kraje. Fauna Bohemiae Septentrionalis, 28: 143 – 152.

VOJAR J., DOLEŽALOVÁ J., SOLSKÝ M., 2012: Hnědouhelné výsypky – nová příležitost (nejen) pro obojživelníky. Ochrana přírody, 3: 8 – 11.

VRÁBLÍK P., VRÁBLÍKOVÁ J., 2009: Příspěvek k problematice rekultivace, revitalizace a resocializace v oblasti podkrušnohoří. Studia Ecologica 1, 3: 28 – 38.

VRÁBLÍKOVÁ J., 2010: Rekultivace území po těžbě uhlí na příkladu severních Čech. Životné prostredie, 44: 24 – 29.

VRÁBLÍKOVÁ J., BLAŽKOVÁ M., FARSKÝ M., JEŘÁBEK M., SEJÁK J., ŠOCH M., BERÁNEK K., JIRÁSEK P., NERUDA M., PETR VRÁBLÍK P., ZAHÁLKA J., 2008: Revitalizace antropogenně postižené krajiny v Podkrušnohoří. Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí, Ústí nad Labem.

VRÁBLÍKOVÁ J., ŠOCH M., VRÁBLÍK P., 2009: Rekultivovaná krajina a její možné využití. Zpráva o řešení projektu, Univerzita J. E. Purkyně, Fakulta životního prostředí, Ústí nad Labem.

WANG J. M., JIAO Z. Z., BAI Z. K., 2014: Changes in carbon sink value based on RS and GIS in the Heidaigou open-cast coal mine. *Environ. Earth Sci.*, 71 (2), 863 – 871.

WEILER M., MCDONNELL J. J., TROMP-VAN MEERVELD I., UCHIDA T., 2005: Subsurface Stormflow. In: *Encyclopedia of Hydrological Sciences*, M. G. Anderson and J. J. McDonnell (Editors). John Wiley and Sons, United Kingdom, Chichester: 1719 – 1732.

WESSOLEK G., BOHNE K., DUIJNISVELD W., TRINKS S., 2011: Development of hydro-pedotransfer functions to predict capillary rise and actual evapotranspiration for grassland sites. *Journal of Hydrology*, 400: 429 – 437.

WIEGLEB G., FEHLINKS B., 2001: Primary succession in post-mining landscapes of Lower Lusatia – chance or necessity. *Ecological Engineering*, 17: 199 – 217.

ZÁMARSKÝ V., TYLČER J., STŘELEČEK S., 2009: Regenerace průmyslových ploch. VŠB - Technická univerzita Ostrava, Ostrava.

ZAVADIL V., 2002: Historický a současný výskyt obojživelníků a plazů v okolí Sokolova s přihlédnutím k jejich možnostem spontánního osídlení nově vzniklých biotopů na výsypkách a k introdukci na výsypky. In *Kolektiv: Příroda 13 – Sborník prací z ochrany přírody*, AOPK ČR, Praha: 85 – 105.

ZAVADIL V., 2007: Je nutný management pro obojživelníky? In: Bryja J., Zukal J., Řehák Z. [eds]: *Zoologické dny Brno 2007*. Sborník abstraktů z konference 8. – 9. února 2007, Ústav biologie obratlovců AV ČR, Brno: 122 – 123.

ZAVADIL V., SÁDLO J., VOJAR J., 2011: Biotopy našich obojživelníků a jejich management. AOPK ČR, Praha.

ZDRALEK M., 1999: Eroze půdy a její význam při hodnocení stability krajiny, Ekologická stabilita a její hodnocení 1999. In: *Sborník referátů ze semináře, který se konal 24. 11. 1999 na Vysoké škole báňské – Technické univerzitě v Ostravě*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita: 62 – 64.

ZHAO G., ZHAO X., MU Z., WEN F., WANG P., 2013a: Gao Soil erosion, conservation, and eco-environment changes in the Loess Plateau of China Land, Degrad. Dev.: 499 – 510.

ZHAO Z., SHAHROUR I., BAI Z., FAN W., FENG L., LI H., 2013: Soils development in opencast coal mine spoils reclaimed for 1 – 13 years in the West-Northern Loess Plateau of China, Eur. J. Soil Biol., 55: 40 – 46.



## 9. Přílohy

Následující tabulka č. 1 obsahuje naměřené a vypočítané hodnoty průměrné hydraulické vodivosti  $K$  v rámci jednotlivých lomů.

Název Lomu	Název výsypky	Typ stanoviště	Kód sběrného místa	Průměrné K [m/s]	Druh zeminy	Průměrné K [m/s] studijní plochy	Procentuální zastoupení biotopů [%]	Průměrné K půdy v rámci lomů [m/s]
Vršany (Jan Šverma)	Velebudická	Rudeál	Vel_R_R1 Vel_R_R2	1,72E-04 6,32E-04	Propustná Propustná	4,02E-04	0,68	6,48E-02
		Lesní porost	Vel_R_Le1 Vel_R_Le2	2,28E-03 5,01E-03	Velmi propustná Velmi propustná	3,64E-03	47,76	
		Louka	Vel_R_Lo1 Vel_R_Lo2	3,40E-03 4,95E-04	Velmi propustná Propustná	1,95E-03	43,11	
		Sukcese	Vel_R_S1 Vel_R_S2	1,13E-04 8,56E-05	Propustná Propustná	9,93E-05	8,45	
Most Ležáky	Střimická část Rudolická	Rudeál	Stř_R_R1 Rud_R_R2	2,05E-04 2,00E-06	Propustná Málo propustná	1,03E-04	3,41	1,17E-02
		Lesní porost	Stř_R_Le1 Rud_R_Le2	1,25E-03 5,96E-05	Velmi propustná Propustná	6,54E-04	40,31	
		Louka	Stř_R_Lo1 Stř_R_Lo2	7,45E-04 2,00E-06	Propustná Málo propustná	3,73E-04	53,50	
		Sukcese	Stř_R_S1 Stř_R_S2	5,80E-05 1,14E-04	Propustná Propustná	8,62E-05	2,78	
Československé armády (ČSA)	Růžodolská Obránců míru	Rudeál	Růž_R_R1 Obr_R_R2	6,42E-05 6,59E-06	Propustná Málo propustná	3,54E-05	0,56	1,94E-02
	Růžodolská Hornojřetínská	Lesní porost	Růž_R_Le1 Hor_R_Le2	1,22E-04 6,46E-04	Propustná Propustná	3,84E-04	60,4	
	Růžodolská Obránců míru	Louka	Růž_R_Lo1 Obr_R_Lo2	8,74E-05 3,16E-04	Propustná Propustná	2,02E-04	6,86	
	Růžodolská Hornojřetínská	Sukcese	Růž_R_S1 Hor_R_S2	1,49E-03 1,80E-03	Velmi propustná Velmi propustná	1,64E-03	32,18	

Tabulka 1: Zobrazuje naměřené a vypočítané hodnoty K [m/s] v rámci lomů.