

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA BIOTECHNICKÝCH ÚPRAV KRAJINY



Výskyt eroze na výsypkách a přehled opatření na ochranu před erozí

-

The Occurrence of Erosion at Rubish Dumps  
and List of Measures Preventing Erosion

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Jan PETRŮ

Bakalant: Jan ZÁBOJNÍK

2018

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Zábojník

Územní technická a správní služba

Název práce

Výskyt eroze na výsypkách a přehled opatření na ochranu před erozí

Název anglicky

The Occurrence of Erosion at Rubish Dumps and List of Measures Preventing Erosion

---

### Cíle práce

Cílem práce bylo popsat erozi, výskyt eroze na výsypkách a vypracovat přehled opatření na ochranu před erozí. Ke zhodnocení funkčnosti stávajících protierozních prvků byla vybrána XI. etapa rekultivace v oblasti Velké podkrušnohorské výsypky, na které proběhly komplexní úpravy.

### Metodika

Práce bude rozdělena do dvou částí, v první části se bude autor věnovat literární rešerši týkající se problematiky eroze a protierozních opatření na základě získaných informací z odborné literatury.

V další části bude popis Velké podkrušnohorské výsypky, výskyt eroze a použité protierozní opatření na dané výsypce včetně pořízené fotodokumentace.

Doporučený rozsah práce

40

Klíčová slova

půda, eroze, erozní ohroženost, protierozní opatření, Velká podkrušnohorská výsypka

---

Doporučené zdroje informací

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, – JANEČEK, M. *Základy erodologie*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2008. ISBN 978-80-213-1842-7.

JANEČEK, M. *Ochrana zemědělské půdy před erozí : metodika*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2007. ISBN 978-80-254-0973-2.

PASÁK VLASTIMIL A KOL. *Ochrana půdy před erozí*. PRAHA: SZN, 1984.

SLAVÍK, L. *Biotechnické úpravy v krajině*. V Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Fakulta životního prostředí, 2000. ISBN 80-7044-310-3.

---

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Jan Petrů

Garantující pracoviště

Katedra biotechnických úprav krajiny

---

Elektronicky schváleno dne 21. 3. 2018

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 21. 3. 2018

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 15. 04. 2018

### ***Prohlášení***

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci na téma „Výskyt eroze na výsypkách a přehled opatření na ochranu před erozí“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jana Petřů a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje, ze kterých jsem čerpal.

V Sokolově dne 18. 4. 2018

.....

### ***Poděkování***

Rád bych poděkoval vedoucímu své bakalářské práce panu Ing. Janu Petřů za odborné vedení, cenné rady a připomínky při zpracování práce.

Za významnou pomoc při vzniku této práce dále děkuji panu Janu Rážovi, Ing. Lisnerovi, ze sekce Báňského rozvoje a Ing. Immerovi ze sekce Hlavní inženýr v Sokolovské uhelné, právní nástupce, a.s., kteří mi poskytli materiálové podklady a cenné rady, které jsem zhodnotil ve své práci.

Na závěr děkuji své rodině za trpělivost a podporu, kterou mi věnovali po dobu mého studia.

V Sokolově dne 18. 4. 2018

.....

## **ABSTRAKT**

Cílem práce je na základě studia odborné literatury a pramenů vymezit jednotlivé druhy, příčiny erozí a protierozních opatření.

Bakalářská práce rešeršního typu se věnuje problematice eroze půdy, která byla v minulosti často opomíjená. Dnes je eroze půdy velice aktuální a diskutovaný problém nejen v České republice, ale i v jiných vyspělých státech.

Erozi půdy lze charakterizovat jako přírodní proces, při kterém dochází k rozrušování povrchu půdy a transformací půdních částic. V našich klimatických podmínkách je půda rozrušována především vodou a větrem. K vodní erozi dochází spíše na svažitém povrchu a působení větrné lze očekávat na rovinném povrchu nechráněném vegetací.

Závěrečná část práce obsahuje shrnutí získaných poznatků o půdní erozi včetně použitých protierozních opatření v lokalitě Velké podkrušnohorské výsypky.

### **Klíčová slova**

půda, eroze, erozní ohroženost, protierozní opatření, Velká podkrušnohorská výsypka

## **ABSTRACT**

This thesis of a research type deals with a problem of soil erosion, which used to be often ignored in the past. Nowadays erosion is a really current issue being discussed not only in the Czech republic but also in other developed countries.

We can describe soil erosion as a natural process in which the surface of soil is eroded and soil particles are transformed. In our climatic conditions soil is the most often eroded by wind and water. Water erosion we can find mainly in places with sloping, descending surface and the activity of wind we can expect in the places with flat surface which are not protected by any vegetation.

In the conclusion I will summarize all information and knowledge about soil erosion, which I gained, including antierosive measures in the locality „Velké podkrušnohorské výsypky“.

### **Key words:**

soil, erosion, erosion risks, antierosive measures, Velká podkrušnohorská výsypka

## OBSAH

1	Úvod a téma bakalářské práce .....	8
1.1	Úvod .....	8
2	Cíl práce .....	10
3	Literární rešerše .....	11
3.1	Pojem eroze .....	11
4	Druhy eroze .....	12
4.1	Vodní eroze .....	12
4.2	Větrná eroze .....	13
4.3	Ledovcová eroze .....	14
4.4	Sněhová eroze .....	14
5	Příčiny a důsledky vodní eroze .....	15
5.1	Příčiny vodní eroze .....	15
5.2	Důsledky vodní eroze .....	17
6	Příčiny a důsledky větrné eroze .....	18
6.1	Příčiny větrné eroze .....	18
6.2	Důsledky větrné eroze .....	19
7	Protierozní opatření .....	20
7.1	Opatření proti vodní erozi .....	20
7.1.1	Organizační opatření .....	20
7.1.2	Agrotechnická opatření .....	21
7.1.3	Technická opatření .....	23
7.2	Opatření proti větrné erozi .....	25
7.2.1	Organizační opatření .....	25
7.2.2	Agrotechnická opatření .....	26
7.2.3	Technická opatření .....	27
8	Těžba nerostů .....	29
8.1	Pojem výsypky a jejich dělení .....	30
8.2	Způsoby využití výsypek .....	32
8.3	Ekosystém na výsypkách a jeho obnova .....	34
8.4	Protierozní úprava výsypek .....	35
8.5	Rekultivace .....	36
9	Velká podkrušnohorská výsypka .....	39
9.1	Charakteristika zájmového území .....	39

9.1.1	Klimatické podmínky .....	40
9.1.2	Geologické poměry .....	41
9.2	Odvodnění tělesa výsypky .....	43
9.2.1	Regulace povrchových vod na VPV .....	44
9.3	Rozdělení VPV .....	44
9.3.1	Popis IX. etapy rekultivací VPV .....	46
9.3.2	Členění stavby IX. etapy VPV .....	46
9.4	Popis stavebních objektů na IX. etapě VPV .....	48
9.5	Eroze v SO lesnická rekultivace.....	51
9.6	Eroze v SO Hydrická rekultivace.....	54
9.7	Eroze v SO Lesnická rekultivace - hospodárnice .....	55
9.8	Eroze v SO zemědělská rekultivace .....	56
10	Diskuze.....	57
11	Závěr .....	59
12	Přehled literatury a použitých zdrojů .....	60
12.1	Internetové zdroje.....	63
12.2	Ostatní zdroje - rozhovory .....	64
13	Seznam tabulek.....	65
14	Seznam obrázků .....	66
15	Obrázkové přílohy .....	67



## **Použité zkratky:**

ČHMÚ - Český hydrometeorologický ústav

ČR – Česká republika

DN 600 – Železobetonové trouby s vnitřním průměrem 600 mm

DN 1000 – Železobetonové trouby s vnitřním průměrem 1000 mm

LAV – Ledek amonný s vápencem

MNV – Malé vodní nádrže

N – Dusík

N1 – Retenční nádrž 1

N2 – Retenční nádrž 2

P – Fosfor

P3 – Příkop 3

P5 – Příkop 5

SO 01- 05 - Stavební objekty 1 až 5

SU a. s. - Sokolovská uhelná, právní nástupce, a. s.

TPEO - Technické protierozní opatření

VPV - Velká podkrušnohorská výsypka

VÚMOP - Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy

# 1 Úvod a téma bakalářské práce

## 1.1 Úvod

Planeta Země, která nejspíše vznikla před 4,6 miliardami let je úchvatný, jedinečný a neustále se měnící svět plný zázraků. Působí na ní mocné přírodní síly, které z ní učinily specifickou planetu naší sluneční soustavy a umožnily jí stát se kolébkou života, včetně života lidského. Země je dynamickou planetou, která se neustále vyvíjí, a to jak vlastními procesy, např. geologickými, tektonickými pohyby, klimatickými změnami nebo třeba srážkami s jinými tělesy, ale také způsobem života lidstva.

Jak v poslední době ctihodní vědci varují, právě lidstvo má v posledních letech neblahý vliv na kondici naší planety, především činnostmi, kterými ničíme životní prostředí, neboť ty vedou ke změnám klimatu, k odlesnění krajiny, ke ztrátě vody, k vymírání živočišných druhů, k nekontrolovanému spotřebovávání nerostného bohatství a k růstu lidské populace. Podle vědců je nejnebezpečnější spotřebovávání nerostného bohatství v kombinaci s populační explozí lidstva.

Geologická rozmanitost planety Země umožňovala lidstvu již od pravěku intenzivní využívání nerostného bohatství. Získávání tohoto bohatství, nejčastěji formou těžby a jejich následné zpracování patřily k prvním významným aktivitám člověka. Člověk soustředil svoji pozornost v průběhu dějin na různé komodity, jako příklad poslouží železné rudy, vápence, písky, drahé kovy, kaolín, uhlí. Mnohem později, především v 19. století těžba dokonce ovlivnila průmyslovou revolucí budováním hutí, sléváren, strojírenských závodů a velkolomů.

Posledně jmenovaný fenomén způsobu získávání nerostného bohatství přinesl však problém v podobě otázky, kam s přebytečnou zeminou, jíly, písky tedy tzv. skrývkou. Řešení přemístování z místa na místo v rámci vlastního lomu, vzalo brzy za své, a tak začaly vznikat vnější výsypky. Výsypka tohoto typu je však velkým zásahem do krajiny a působí vážnou destrukci základních složek přírodního systému. Navíc sama výsypka žije vlastním životem. Nejen že přináší problémy v podobě nestability podloží, skluzu nadloží, znečišťování spodních vod, vytváření „měsíční krajiny“, zvyšování prašnosti prostředí, ale také v podobě erozí.

Právě výskytu eroze na výsypkách a přehled opatření na ochranu před erozí je ústředním pojmem této mé bakalářské práce. Vzhledem k tomu, že jsem se narodil a žiji na Sokolovsku, oblasti známé povrchovou těžbou hnědého uhlí se budu věnovat

vnějším výsypkám vytvořených v souvislosti s těžbou tohoto nerostného bohatství zdejší krajiny.

Těžba uhlí na Sokolovsku byla zahájena v roce 1642, nicméně do roku 1860 byla těžba velmi nízká a zanedbatelná. Již samotný název selských dobývek napovídá charakter této těžby. Údaje o těžbě uhlí jsou však v naší oblasti celkem ucelené, nedá se to ale říci o těžbě skrývky. Tyto údaje existují až od 1.1.1945 do 31.12.2009, kdy bylo vytěženo 1.959.487.232 m<sup>3</sup>. Toto gigantické množství hmoty bylo postupně ukládáno na Velkou podkrušnohorskou výsypku, Velkou loketskou výsypku, Dasnickou, Lomnickou, Lítovskou, Smolnickou výsypku, ale také výsypku Michal, Silvestr, Medard, Jiří a Družba. Dasnice, Lomnice, Jiří a Družba mají charakter vnitřní výsypky.

Jmenovaná Velká podkrušnohorská výsypka je největší vnější výsypkou v České republice (podle některých autorů je druhá největší). Proto je má hlavní pozornost soustředěna na erozi a opatření na ochranu před erozí právě na tuto výsypku. Tato výsypka byla v provozu od roku 1952 do roku 2003, přičemž na ní bylo přemístěno 886,000 mil. m<sup>3</sup> zeminy.

Eroze je obecným problémem degradace půdy, ale v podmínkách vnější výsypky nabývá jiných specifických forem, které mohou mít dalekosáhlé následky pro krajinu, těžbu a obyvatele přilehlých aglomerací. Proto se hledají způsoby, jak erozi zabránit a jak je provázat s rekultivačními snahami o obnovu krajiny (Dimitrovský, 2001; Jiskra, 2005; Jiskra, 2010).

## 2 Cíl práce

Cílem práce je na základě studia odborné literatury a pramenů popsat výskyt eroze na výsypkách a vypracovat přehled opatření, které se používají na výsypkách jako ochrana před erozí.

Eroze půdy byla dříve opomíjená oblast poznání, přičemž se postupně stala velice aktuálním a diskutovatelným problémem, a to nejenom v České republice. Zatímco obecná nauka o erozi půdy je v současnosti standardním a velmi dobře rozpracovaným tématem, nedá se tak říci o problematice erozí na výsypkách.

Jako nutný úvod do problematiky výsypek bude stručná charakteristika Velké podkrušnohorské výsypky. Těžby nerostů, vzniku výsypek, rekultivace takto vytvořeného území a protierozní úprava výsypek.

Zaměřím se na popis realizovaných prvků IX. etapy v oblasti Velké podkrušnohorské výsypky, na které proběhly komplexní úpravy. K tomuto kroku využiji odborný materiál uložený ve společnosti Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s. se sídlem v Sokolově, která se kromě těžby hnědého uhlí nutně zabývá i rekultivací krajiny. Po zahájení velkolomové činnosti na Sokolovsku vznikla celá řada výsypek, kdy mezi největší řadíme Velkou podkrušnohorskou výsypku.

U protierozních opatření se zaměřím na funkčnost a zhodnocení stávajících prvků na IX. etapě této vnější výsypce, které by měly zamezit zvláště vodní erozi. Tato opatření jsou realizována externími dodavateli, ale i samotnou společností.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Pojem eroze

Slovo „eroze“ je původně odvozeno od slova „erodere“, neboli rozhlodávat. Erozi se podle Janečka a kol. (2008) rozumí rozrušování litosféry, respektive pedosféry a jedná se o komplexní proces, zahrnující rozrušování půdního povrchu, transport a sedimentaci uvolněných půdních částic působením vody, větru, ledu apod.

Proces eroze je přirozený jev, který je způsoben činností přírodních vlivů, při kterém dochází k narušování celistvosti povrchu půdy.

Erozi půdy je zasažená především zemědělská půda, kdy se mění fyzikálně- chemické vlastnosti půd, zvyšuje se šterkovitost, způsobují ztrátu živin, humusu, osiva, sadby a v neposlední řadě je ztížena manipulace strojů.

Řada typů půd je proti přirozené erozi chráněna vegetací a zpevněna kořenovými systémy. Především neodbornou činností člověka se mohou různé typy erozí urychlit např. rozoráváním svažitéch ploch, odlesňováním, pěstováním nevhodných plodin, nadměrnou pastvou, těžbou nerostných surovin (Braníš, 2003).

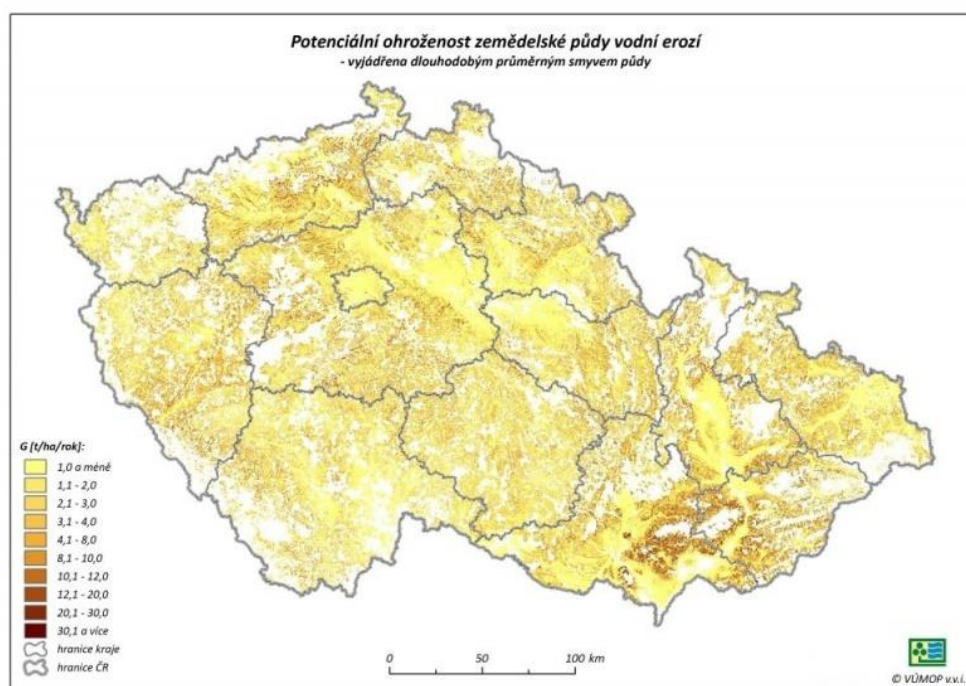
Nejvýznamnějším projevem eroze je snižování přirozené úrodnosti půdy, která může vést až k úplné devastaci především zemědělské půdy. Hrozbou zvýšené eroze jsou i přívalové deště, které se vyznačují značnou erozní silou a unášející schopností, která má negativní vliv na vodohospodářské poměry v povodí. Vlivem přívalových dešťů dochází k velmi značným materiálovým škodám na komunikacích, lidských obydlích, obcí a sníženou průtočné kapacity toků (Slavík, 2000).

## 4 Druhy eroze

### 4.1 Vodní eroze

Na území našeho státu, ale i ve světě je vodní eroze nejvýznamnější erozní proces. Rozsah a výskyt půd ohrožených v ČR vodní erozí shrnuje (obr. 1). Nejvíce ohroženou oblastí v ČR je jižní Morava, kde je velké množství svažitých polí.

Vodní eroze se definuje jako komplexní přírodní proces, která je vyvolána kinetickou energií dopadajících kapek a mechanickou silou povrchově stékajících vod. Dešťové kapky dopadající na povrch půdy s určitou silou a vlivem kinetické energie jsou rozrušovány půdní agregáty na malé částice a tyto uvolněné půdní částice za pomoci mechanické síly povrchově stékající vody (tenká vrstva vody) odnášeny až do doby, kdy ustane tok vody, a tím dojde ke snížení kinetické energie proudu a sedimentaci půdních částic, nebo kdy dojde ke snížení sklonu terénu. Pro vodní erozi je směrodatná kinetická energie proudu, ale i velikost unášených částic (Dufková, 2007).



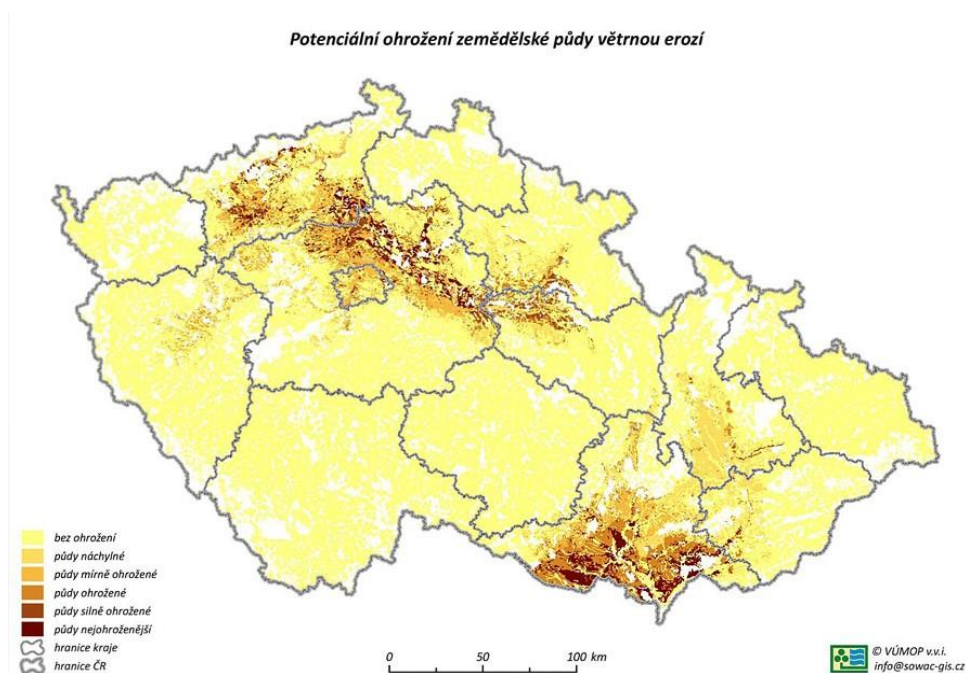
Obr. 1: Potenciální ohroženost zemědělské půdy vodní erozí

Zdroj: [www.vumop.cz](http://www.vumop.cz)

## 4.2 Větrná eroze

Větrná eroze je přírodní jev, při kterém dochází působením větru na reliéf povrchu půdy a svou mechanickou silou rozrušuje povrch terénu a uvolňuje půdní částice. Uvolněné částice se transportují na různou vzdálenost, kde jsou posléze ukládány zpět na zemský povrch. Škodlivost větrné eroze je především v rozrušování, odnosu a nánosu uvolněných částic na jiné místo. Pohyb, průběh a intenzita větrného působení je závislá především na síle větru, frekvenci směrů větrů, charakteru a fyzikálních vlastnostech podloží a vegetací, které toto území pokrývá (Buzek, 1983; Novotný, 2014).

Během procesu dochází ke kombinaci těchto faktorů, které mají za následek změnu půdního povrchu (Shao, 2008). Rozsah a výskyt půd ohrožených v ČR větrnou erozí shrnuje (obr. 2). Z obr. č. 2 je zřejmé, že nejzávažněji jsou poškozené lokality s nejurodnější půdou (Polabí, jižní Morava). Poškození spočívá ve ztrátě ornice, zhoršování fyzikálních i chemických vlastností půdy a zvýšená prašnost.



Obr. 2: Potenciální ohrožení zemědělské půdy větrnou erozí

Zdroj: [www.vumop.cz](http://www.vumop.cz).

### 4.3 Ledovcová eroze

Ledovcová eroze je způsobena gravitačními silami, při kterých se ledovec pod svou tíhou pohybuje do údolí. Pohybující se masa ledu před sebou, na bocích, ale i naspodu hrne, drtí, obrušuje a vyhlazuje skalní podloží. Zvětralé horniny jsou unášeny do nižších poloh, kde se ukládají a tvoří tzv. morény. Tyto morény tvoří významnou součást splavenin horských potůčků.

Ledovcová eroze se v současnosti v našich klimatických podmínkách nevyskytuje (Holý, 1994).

### 4.4 Sněhová eroze

Sněhová eroze vzniká při sesuvu sněhových lavin. Je způsobena gravitačními silami při pohybu sněhu. Při velkých tlacích a rychlostech sněhu se uvolňuje zvětralý horninový a zemský materiál, který se uloží na úpatí pohybující se hmoty sněhu. Výskyt a projev sněhové eroze v podhorských oblastech je vyvolána pomalým pohybem vrstvy sněhu po neumrzlém půdním povrchu při jarním tání (Dvořák, 1994).



## 5 Příčiny a důsledky vodní eroze

### 5.1 Příčiny vodní eroze

Erozní procesy vznikají působením přírodních a antropogenních činitelů. Řada činitelů, které ovlivňují jak průběh, tak i intenzitu eroze je mnoho, avšak nejdůležitější a nejpodstatnější roly při erozi jsou:

- *reliéf území (spád, délka, tvar svahu);*
- *geologický podklad půd (kámen, hlína, písek);*
- *odolnost půdy proti erozi (fyzikální a chemické vlastnosti);*
- *klimatické podmínky (podnebí);*
- *obdělávání půdy (terénní poměry);*
- *vegetační kryt (pole, louka, les). (Kluibr, 2010)*

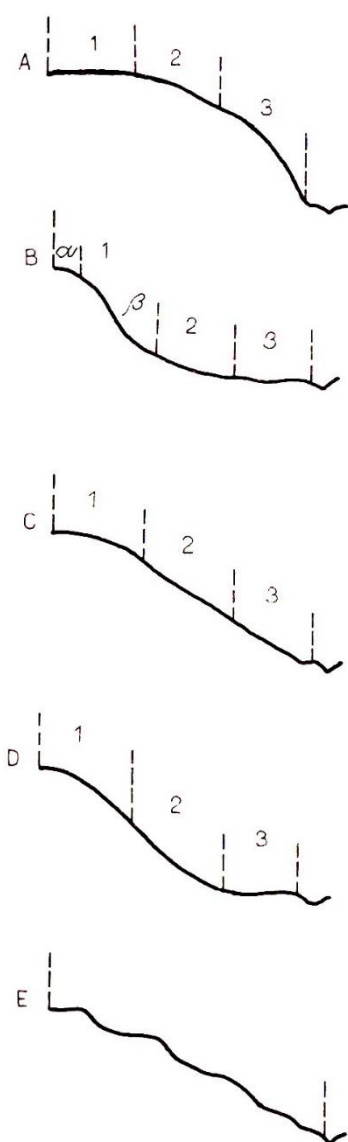
Nelze však jednotlivé činitele nějak vyzdvihovat, jako za nejvíce ovlivňující erozi, nýbrž vždy je to souhra více činitelů, přičemž může být jeden převládající a rozhodující v průběhu účinnosti eroze (Janeček a kol., 2012).

V minulosti byly podmínky pro výskyt půdní eroze na přijatelné úrovni, a to díky zachování hydrografických a krajinných prvků. Intenzifikace zemědělské výroby a urbanizace v minulosti, zapříčinilo hojnější výskyt půdní eroze i záplav (Schmidt, 2000).

Na vznik vodní eroze na konkrétním pozemku mají vliv environmentální podmínky. Tyto podmínky se skládají z morfologických, hydrologických, klimatických, geologických faktorů. Kombinace těchto faktorů má za následek vznik, průběh a intenzitu eroze (Toy a kol., 2002).

Morfologickými činiteli jsou sklony území, délky a tvary svahů. Kombinací velkého sklonu a délky svahu se intenzita erozního procesu zvětšuje. Dochází k nebezpečnému rozrušování povrchu půdy v místě, kde se plošný povrchový odtok mění v soustředěný odtok, při kterém vzniká výmolová eroze. Vliv na průběh eroze má i tvar a expozice svahů. Tvary svahů dělíme na vypuklé, vyduté, přímé, vypuklo-vyduté a kombinované (viz. obr. 3). Průběh a intenzita erozních procesů je na vypuklých největší a na vydutých nejmenší, přičemž je důležitá expozice svahu. Na jižních a západních svazích dochází k rychlejšímu tání sněhu a tím je zvýšený povrchový odtok, který způsobuje intenzivnější rozrušování půdního povrchu,

rychlejšímu vysychání a rozkladu organických látek, což má za následek menší soudržnost půdy a větší náchylnost k erozi (Holý, 1994).



U vypuklého svahu (viz obr. 3A) je v horní části malá pravděpodobnost rozvinutí erozních procesů, ale na střední části vzrůstá sklon i délka svahu. Sklon a délka svahu má nejvyšší hodnotu v dolní části, kde jsou erozní procesy v maximální intenzitě.

U vydutého svahu (viz obr. 3B) rozhoduje o intenzitě erozního procesu poměr mezi poklesem sklonu a růstem délky svahu. I při maximální délce svahu je materiál ukládán 3.

U přímého svahu (viz obr. 3C) lze nejvyšší intenzitu erozních procesů očekávat v místě, kde tlak povrchově stékající vody stoupne k nejvyšší hodnotě.

Vypuklo-vydutý svah (viz obr. 3D) má poměrně malý sklon v horní části, který se posléze zvětšuje ve střední části 2, kde lze očekávat nejvyšší hodnotu erozních procesů.

U stupňovitého svahu (viz obr. 3E) se intenzita erozních procesů neustále mění. Důsledkem je střídání růstu, poklesu sklonu svahu a délkou svahu.

Obr. 3: Tvary svahů Zdroj: Holý; 1994

Hydrologické a klimatické poměry jsou pro každou zeměpisnou polohu zcela odlišné a závislé na teplotě ovzduší, poměru výparu, povrchovém odtoku, ročními a denními změnami, nadmořskou výškou, intenzitou převládajících větrů a intenzitou srážek. V oblastech s vysokým množstvím srážek dochází k největším ztrátám půdy, jedná se o oblasti ve vyšších polohách, které díky růstu populačního tlaku jsou i tato území obdělávána (Goudie, Boardman, 2010). Z klimatických podmínek jsou rozhodující ovzdušné srážky (děšť, sníh), kdy povrchový odtok je závislí především na intenzitě, trvání a době výskytu. Katastrofální účinky mají krátkodobé

přívalové srážky, neboť kinetická energie dešťových kapek má velkou intenzitu, při níž dochází k destrukci půdního povrchu a vlivem vyššího objemu srážek, než je infiltrační kapacita půdy dochází k zvýšenému povrchovému odtoku (Jůva, Cablík, 1954).

Půdní a geologické poměry určují protierozní odolnost půdy. Půdní odolnost je charakterizována povahou půdotvorného substrátu, fyzikálním a chemickým složením, strukturou a texturou, druhem a typem půdy. Geologické poměry jsou dány druhem geologického podkladu, a to odolností obnaženého geologického podkladu při působení tekoucí vody a ovzduší, a nepřímo mají vliv na půdu. Půdní poměry mají vliv na množství infiltrace vody do půdy a její časový průběh a vliv na odolnost vůči působení dešťových kapek, účinnosti větrů. Infiltraci srážkové vody je závislá na textuře a struktuře půdy, její zvrstvení, vlhkost, obsah humusu a nasycenost. Posuzujeme-li vliv eroze na půdu, lze říci, že hrubě zrnité, písčité a hlinitopísčité půdy jsou více odolné, jelikož mají vyšší propustnost a hrubost, a tím jsou méně náchylné na splach vodou a větrem (Holý, 1994; Jůva, Cablík, 1954).

Vegetační kryt a jeho složení má vysokou účinnost proti erozi. Kořenový systém půdu zpevňuje a nadzemní rostlinné kultury chrání půdu před přímým dopadem dešťových kapek, tlumí jejich energii. Chrání půdu proti promrzání, přímému působení větru, vysoušení, zmenšuje výpar vody z půdy a uchovává její vlhkost. Způsob využití půdy je především závislé na rozmístění kultur, osevním postupu, poloze a tvaru pozemku. Největší riziko eroze vzniká přeměnou lesních pozemků na zemědělské pozemky (Holý, 1994).

## 5.2 Důsledky vodní eroze

Důsledky vodní eroze můžeme rozdělit do tří hlavních skupin:

- ztráta půdy;
- transport a sedimentace půdních částic;
- transport chemických látek.

Ztrátou půdy je nejvíce postiženo zemědělství, kde uvolňování a odnos částic probíhá ve velkém měřítku. Transport a sedimentace půdních částic uvolněné povrchově stékající vodou jsou ukládány na úpatí svahů, ale mohou být také transportovány vodou do hydrografické sítě, v níž tvoří splaveniny.

Transportem chemických látek převážně v období povodní jsou do toku přinášeny i toxické látky, aplikované při hnojení a ochraně rostlin (P, N), které jsou zdrojem eutrofizace, a tím je negativně ovlivňována kvalita vody (Pasák, 1984).

## 6 Příčiny a důsledky větrné eroze

### 6.1 Příčiny větrné eroze

Větrnou erozí je nejčastěji ohrožená půda s nízkou půdní vlhkostí, s nízkým obsahem jílnatých částic, a především půda bez vegetace (Pasák, 1970). Erodatelnost půdy větrem ovlivňována faktory, které se podle Slavíka (2000) dělí na :

- *meteorologické faktory;*
- *půdní a geologické faktory;*
- *vegetační faktory;*
- *topografické faktory;*
- *lidské faktory.*

U meteorologických faktorů je zejména rozhodující výskyt, směr a intenzita větrů. Taktéž erozi ovlivňuje teplota a vlhkost vzduchu, oslunění, srážky (vlhkost území). Se snížením vlhkosti půdy se eroze značně zvyšuje.

Dalšími faktory jsou půdní a geologické faktory, především se jedná o půdní strukturu a drsnost povrchu půdy. Velikost, tvar a mineralogické složení hraje důležitou roli v erodovatelnosti povrchu. Při větší drsnosti dochází ke ztrátě nejurodnější části půdního profilu.

U vegetačních faktorů je nejdůležitější struktura vegetačního krytu. Půda bez vegetačního krytu není chráněná před přímým nárazem a rychlostí větru (Slavík, 2000). Taktéž významnou roli má délka nechráněného pozemku. Zvláště na jaře, kdy jsou nízké teploty, minimální srážky, ale i na podzim, kdy jsou lány polí bez vegetace, dochází ke zvýšenému výskytu větrné eroze (Janeček a kol., 2008).

Mezi topografické faktory řadíme především reliéf terénu a orientaci ke směrům převládajících větrů. Čím větší délka plochy pozemku ve směru větru, tím je větší hrozba rozrušení půdy.

U lidských faktorů je rozhodující způsob hospodaření, využití půdního fondu, tvar a velikost pozemků, ale i jejich zavlažování (Slavík, 2000). Podle Janečka (2008) je velmi důležité správné hospodaření, tj. bezorebné setí, střídání výškově rozdílných plodin, kultivace a obdělávání půdy.

## 6.2 Důsledky větrné eroze

Důsledky větrné eroze jsou velmi podobné jako u vodní eroze. Jedná se o poškození fyzikálních a chemických vlastností půd, zejména ztrátou ornice a s tím související snížení úrodnosti. Dochází k zanášení komunikací, příkopů a zvyšuje se prašnost ovzduší. Především prašnost ovzduší je velmi diskutovaným tématem v oblasti lidského zdraví, a tím spojené imisní limity.

## 7 Protierozní opatření

Protierozní opatření je nutné chápat jako souhrnný a nedílný celek organizačních, agrotechnických, pěstebních, vodohospodářských, stavebních opatření ke snížení a zeslabení účinků protierozních jevů (Jůva, Cablík, 1954). Protierozní ochrana na daném území, by měla být v souladu s přírodními podmínkami, a to především z důvodu zaručení účinnosti tohoto opatření (Pasák, 1984), s účelem zachovat půdu jako základní složku životního prostředí. Z finančního hlediska je vždy dobré postupovat od finančně a realizačně nejjednodušších opatření organizačního a agrotechnického charakteru až k finančně nejnáročnějšímu opatření technického charakteru (Novotný, 2014).

### 7.1 Opatření proti vodní erozi

Opatření na ochranu půdy proti vodní erozi spočívají v podpoře vsaku vody do půdy, bezpečném odvodu povrchového odtoku, v ochraně půdy před účinky dopadajících kapek deště, soustředit povrchový odtok a zachycovat smytou zeminu (Janeček a kol., 2008).

#### 7.1.1 Organizační opatření

Podle Janečka a kol. (2002) organizační opatření zahrnuje:

- *velikost a tvar pozemku;*
- *delimitace kultur;*
- *protierozní rozmístování plodin.*

Stanovení velikosti pozemku je vlivem protichůdných faktorů poměrně obtížné. Z hlediska faktoru přírodního, požadujeme tvorbu menších půdních celků se stejným půdním pokryvem, délkou a sklonem terénu. Z druhého ekonomického hlediska je naopak výhodnější půdní celek co největší, a to z hlediska efektivity obdělávání. Nad kompromisem těchto dvou faktorů dnes často převažuje faktor ekonomický. Ideálním tvarem pozemku je obdélník nebo rovnoběžník (Janeček a kol. 2002).

Pojmem delimitace kultur znamená optimální využití pozemků, z hlediska prostoru a funkce. Ochranné zatravnění a zalesnění řadíme mezi neúčinnější protierozní opatření.

Ochranné zatravnění se používá u pozemků se svahem nad 12 %, u mělkých půd na svazích, středně skeletovitých na pevných substrátech nad 12 %, zamokřených glejích, soloncích, solončákách, jílech se svahem 7–12 %. Zatravnit můžeme celý pozemek nebo jen nejproblematictější část pozemku, musíme vzít v potaz, že ten pozemek nemůžeme využít jako ornou půdu.

Ochranné zalesnění se používá u pozemků se svahem nad 17 %. Provádí se celoplošně nebo jako ochranné lesní pásy. Zemědělské pozemky, které nejsou žádoucí, aby byly zatravněny z důvodu využití jako pole, se k jejich ochraně zakládají ochranné lesní pásy (Podhrázská, Dufková, 2005).

Protierozní rozmístování plodin je nejvýznamnější ochrana půdy před vodní erozí. Primární ochranu půdy před erozí poskytují trvalé travní porosty a zalesnění. Protierozní účinek závisí na vzrůstu, olistění, rychlosti vývinu a typem pěstování. Základní rozdělení plodin dle svých protierozních účinků od nejvyšších (travní porost, vojtěška, jetel, obilovina ozimá, obilovina jarní, hrách, řepka ozimá, slunečnice, brambory, cukrovka, kukuřice (Podhrázská, Dufková, 2005).

## 7.1.2 Agrotechnická opatření

Agrotechnická opatření navazují na organizační opatření. Společné použití organizačních a agrotechnických opatření mají při řešení protierozní ochrany zásadní význam. Úkolem je zvýšení protierozní odolnosti půdy v období přívalových dešťů, především zlepšením vsakovací schopnosti půdy a vytvoření ochrany povrchu půdy (Janeček a kol., 2008).

Novotný a kol. (2014) mezi agrotechnické opatření zahrnují:

- *setí a sázení po vrstevnici (vrstevnicové obdělávání);*
- *ochranné obdělávání (bezorebné setí, setí do mělké podmítky, setí do ochranné plodiny);*
- *hrázkování, důlkování;*
- *plečkování, dlátování, podrývání;*
- *setí kukuřice do úzkého řádku;*
- *pásové zpracování půdy.*

### **Setí a sázení po vrstevnici**

Vrstevnicové obdělávání se provádí otočnými pluhy, které převracují půdu proti svahu s malým odklonem od vrstevnic. Cílem je zadržovat vodu, zpomalit povrchový odtok a prodloužit čas k infiltraci vody do půdy (Novotný a kol., 2014).

### **Ochranné obdělávání**

Ochranné obdělávání spočívá v nenarušování půdního profilu, a tím nedochází ke zhoršení fyzikálních vlastností půdy. Ponechání posklizňových zbytků tzv. mulče má řadu výhod např. snížení výparu, zvýšení vlhkosti, snížení eroze, ale i své nevýhody v podobě většího výskytu škůdců a chorob (Janeček a kol., 2008).

### **Hrázkování, důlkování**

Opatření brání soustředěnému povrchovému odtoku a napomáhá k zadržení vody na pozemku, a tím se prodlužuje doba infiltrace do půdního profilu. Tyto opatření lze použít v libovolném směru a sklonu pozemku. Používají se speciální stroje (důlkovače, hrázkovače), a to bezprostředně po výsadbě širokořádkových plodin (Dufková, 2007).

### **Plečkování, dlátování, podrývání**

Plečkování se provádí v průběhu vegetace u širokořádkových kultur (kukuřice, slunečnice). Efektem plečkování je odplevelení mechanickou cestou (snížení použití herbicidů) a prokypření půdy (zabránění povrchového odtoku). Dlátování prohlubuje meziřadí plodin a zvyšuje zasakování povrchové vody. Podrývání je v podstatě velmi hluboké kypření do minimální hloubky 35 cm, které zlepšuje infiltraci vody a snižuje zhutnění půdy (Novotný a kol., 2014).

### **Setí kukuřice do úzkého řádku**

V současné době nová technologie, která spočívá v setí zrna kukuřice v trojúhelníkovém sponu se vzdáleností 45 cm s kombinací setí do mulče. Zúžení řádků zajišťuje rovnoměrnější zapojení porostu a snížení síly soustředěného povrchového odtoku (Novotný a kol., 2014).

### **Pásové zpracování půdy**

Jde o novou technologii, která se v současné době v našich klimatických podmínkách testována. Principem je vytvoření pásového zpracování půdy o šířce



15 cm a hloubkou 10-20 cm se současným zapravením minerálního hnojiva (Novotný a kol., 2014).

### 7.1.3 Technická opatření

Návrh a využití TPEO se zpravidla uplatňuje, pokud organizačním a agrotechnickým opatřením nelze docílit přijatelné protierozní ochrany půdy. Toto opatření je viditelnou změnou území a je realizována, řešena v rámci komplexních pozemkových úprav, které podléhají stavebnímu zákonu. TPEO jsou nejčastěji realizována k ochraně intravilánu, sousedních pozemků, liniových staveb před smytkem zeminou a nežádoucím povrchovým odtokem (Novotný a kol., 2014).

Typy TPEO zemědělské půdy (Kadlec a kol., 2014):

- *terénní urovnávky;*
- *terasy, protierozní meze;*
- *příkopy;*
- *průlehy;*
- *vsakovací pásy;*
- *sedimentační pásy;*
- *zatravněné údolnice;*
- *ochranné hrázky;*
- *sanace erozních výmolů a strží;*
- *ochranné nádrže;*
- *polní cesty s protierozní funkcí.*

**Popis nejčastěji používaných TPEO k ochraně intravilánu, staveb, pozemků:**

#### **Příkopy a průlehy**

Jedná se o liniové prvky, které jsou na pozemku umístěné z důvodu nutnosti přerušení svahu. Tyto liniové prvky se zpravidla kombinují s ostatními liniovými prvky (cesty, biokoridory, meze). Jsou vrstevnicově orientovány s mírným podélným sklonem. Příkopy je možné rozdělit na záchytné, sběrné, vsakovací a svodné. Z důvodů nezbytnosti čištění těchto prvků se používají žlabovky nebo dlažba na dně a patě svahu. Polovegetační tvárnice jsou využity ke stabilizaci svahu nad nimi (Dufková, 2007).

Polní cesty s protierozní funkcí se využívají k přerušení dlouhých svahů. Návrh a realizace polních cest se uplatní v případě zpracování komplexních pozemkových úprav pro daný katastr, přičemž realizace vybudování těchto cest má jen minimální dopad na využití pozemku (Kadlec a kol., 2014).

Účinnou formou k ochraně intravilánu a infrastruktury je budování protierozních nádrží. Nejčastěji jsou suché, bez trvalého nadržení vody. U těchto nádrží se předpokládá zachycení smyté zeminy, akumulace, infiltrace povrchového odtoku (Novotný a kol., 2014).

### **Terasy a protierozní meze**

Terasování umožňuje využívat pozemky, které pro svou velkou svažitost a členitost by jinak nemohly být zemědělsky využity. Budování teras znamená značný zásah do krajiny s možností narušení přirozených ekologických mechanismů, proto realizace teras se provádí v naléhavých případech, přičemž se musí dbát, aby byl zachován přirozený terén a krajinný ráz co možná největším rozsahu (Janeček a kol., 2012). V našich klimatických podmínkách se terasy používají jen ojediněle vzhledem k velké finanční náročnosti a jejich použití nalezneme u speciálních kultur (vinice, sady). Terasy řadíme mezi nejvyšší ochranu pozemku (Novotný a kol., 2014).

Protierozní meze rozdělujeme na historické a současné, navrhované individuálně pro zvýšení protierozní ochrany. Historické vznikaly samovolně, především na hranici dvou pozemků, kde byly situovány nasbírané kameny, které byly často poskládány a tvořily opěrné zídky. Realizace nových protierozních mezí je podmíněno funkcí zachytit a odvést povrchový odtok s funkcí krajino tvornou. Nově vybudované meze je vhodné osázet původními vegetačními druhy (Kadlec a kol., 2014).

## 7.2 Opatření proti větrné erozi

Uskutečnění opatření proti větrné erozi vyžaduje finanční náklady. Výběr použití jednotlivých opatření rozhoduje jejich účinnost, místní podmínky a potřebná ochrana intravilánu a liniových staveb. Podle náročnosti a použití finančních prostředků dělíme opatření na organizační, které spočívají v organizaci půdního fondu a výběru pěstovaných plodin, agrotechnické, jež souvisí s náklady na pořízení speciální mechanizace, a technická opatření, která jsou finančně nejnáročnější a která jsou realizována pozemkovými úpravami ve veřejném zájmu (Novotný a kol., 2014).

### 7.2.1 Organizační opatření

Zásadním organizačním opatřením je vhodný tvar, velikost a uspořádání pozemků. Dalším podstatným opatřením je správné zvolení kultur podle náchylnosti k větrné erozi a jejich delimitaci. K zmírnění eroze lze využít pásové střídání plodin, především na velkých půdních blocích (Janeček a kol., 2012; Slavík, 2000).

#### **Výběr pěstovaných plodin a delimitace druhů pozemků**

Trvalým a velmi účinným opatřením chránícím půdu před erozí jsou travní porosty. Trvalé travní porosty nejen že nám chrání půdu před větrnou erozí, ale zároveň udržuje půdní vlhkost. Pěstování plodin na značně náchylných půdách se doporučuje v osevním postupu zařadit víceleté pícniny a ozimé obilniny. Zatravnění meziřadí se doporučuje u vinic a sadů (Janeček a kol., 2012).

#### **Pásové střídání meziplodin**

Lokality s velkým výskytem větrné eroze se pásy orné půdy střídají s pásy trvale zatravněnými. Mezi pásy vyšších rostlin, které jsou v počáteční růstové fázi náchylné na erozi, by se měly pěstovat s využitím ochranného účinku meziplodin (Kokolia, Kos, 1989). V oblastech méně náchylných na erozi je dostačující střídání plodiny odolnější vůči větru s méně odolnými (Novotný a kol., 2014).

#### **Tvar a velikost pozemku**

Nástrojem pozemkových úprav je vytvoření nových půdních celků. Tyto úpravy umožňují pozemky uspořádat, scelovat a dělit při respektování všech

požadavků na ochranu a tvorbu krajiny. Pravidlem je pozemky situovat delší stranou kolmo k převládajícím větrům (Janeček a kol., 2012).

## 7.2.2 Agrotechnická opatření

K agrotechnickým opatřením řadíme především úpravu struktury půdy, zlepšení vlhkostního režimu lehkých půd a ochranné obdělávání půd. Struktura a dostatečná vlhkost půdy zvyšuje odolnost před účinky větru.

### **Úprava struktury půdy**

Zlepšení struktury lehkých půd dosáhneme zvýšením zásobením půdy o organická hnojiva. Přísun organické hmoty docílíme pěstováním jetelovin a travin, ponecháním posklizňových zbytků, zeleným hnojením a pravidelným hnojením organickými hnojivy. Fyzikálně chemické vlastnosti lehkých půd zlepšíme dodáním opuky, slínu nebo rybníčního bahna (Janeček a kol., 2012).

### **Zlepšení vlhkostního režimu lehkých půd**

Dosáhnout zvýšení vlhkosti povrchu půdy, tím zvýšit soudržnost a erodovatelnost půdy lze závlahou, zadržením sněhu na povrchu, regulační nádrží, mulčováním a vyloučením plošného kypření povrchu půdy (Janeček a kol., 2012).

### **Ochranné obdělávání půd**

Mezi technologické postupy v rámci ochranného obdělávání řadíme výsev do ochranné plodiny nebo strniště, mulčování, využívání meziplodin a minimalizaci pracovních postupů (Janeček a kol., 2012).

Protierozní účinky těchto zásahů se podle Janečka a kol. (2012) projeví:

- *zvýšením drsnosti povrchu půdy;*
- *zlepšením půdní struktury;*
- *zvýšením půdní vlhkosti;*
- *zmenšením přímého účinku větru na povrch půdy;*
- *zkrácením mezíporostního období.*

### 7.2.3 Technická opatření

K vysoce účinným opatřením k trvalému snížení škodlivého účinku větru, jeho rychlosti a turbulentní výměny vzduchu můžeme dosáhnout tím, že se větru postaví překážka. Takovou překážkou mohou být umělé větrné zábrany, ochranné lesní pásy a větrolamy (Podhrázská a kol., 2008).

K lokálnímu zmírnění rychlosti větru se používají jako umělé dočasné zábrany přenosné ploty z prken, hliníkových fólií, rákosu nebo síťové a žaluziové zábrany. Mezi nejúčinnější řadíme síťové uspořádání zábran. Dočasné zábrany jsou svými rozměry a účinkem, který je poměrně nízký využívány spíše k dočasné ochraně pěstovaných rostlin a objektů.

Větrolamy patří mezi nejúčinnější opatření proti větrné erozi a mají význam estetický, krajino tvorný a ovlivňují mikroklima lokality. Jsou tvořené trvalými lesními porosty, tzv. ochranné lesní pásy (Janeček a kol., 2012; Novotný a kol., 2014).

Pro zabránění vysoušení a odnosu půdy se větrolamy většinou zakládají v rovinatém otevřeném terénu, kde je potřeba určit vzdálenost a umístění větrolamů. V členitějším terénu je nutné přihlídnout ke konfiguraci území a pro zvýšení účinnosti umístit pásy na vyvýšené místo (Janeček a kol., 2012). Zakládání nových větrolamů se ve většině případů navazuje na stávající porosty. Na rovinách je vhodné, aby vytvářely obrazce obdélníkového tvaru, kde delší strany představují hlavní větrolamy situované kolmo na převládající směr větru a kratší strany jsou vedlejší větrolamy. Orientace pásů by měla být taková, aby vznikl uzavřený obrazec, který je vhodný k ochraně celého území při měnícím se směru větru. Je třeba určit vzdálenost pásů tak, aby rychlost větru mezi pásy byla menší, než unášecí rychlost půdních částic (Kadlec a kol. 2014; Janeček a kol., 2012).

Základním účelem větrolamů je ochrana pozemků před deflací ornice a ochraně kultur, snižují výpar vody, podporují tvorbu povrchové a půdní rosy, pravidelnější rozložení sněhové pokrývky, a tím chránit ozimy před promrznutím (Holý, 1994).

Základní typy větrolamů:

- prodouvaný – je tvořen z jedné nebo dvou řad stromů, bez keřového patra, jsou zapojeny pouze v korunách stromů. Protierozní ochrana je velmi nízká. Značnou část vzdušných proudů propouštějí a v kmenové části může nastat tryskový efekt (zvýšení rychlosti větru).

- neprodouvaný – je tvořen stromy a keři z více řad, kdy keřové patro je na návětrné i závětrné straně. Zapojení je tak husté, že vzdušné proudy se zvednou nad větrolam, ale pouze na krátkou vzdálenost.
- poloprodouvaný – je nejvhodnější větrolam složený z 1–2 řad stromů a keřového patra, kdy vzdušné proudy obtékají nebo prostupují přes porost. Tyto proudnice na závětrné straně splynou a jejich výslednice směřuje k povrchu půdy ve větší vzdálenosti než u neprodouvaného větrolamu. Optimální propustnost se udává 50 % v porovnání s neprodouvaným větrolamem (Kadlec a spol. 2014; Janeček a kol., 2012).

Účinnost větrolamů je závislá na jeho údržbě a správné volbě dřevin. Druhy musí vyhovovat danému stanovišti z hlediska dlouhověkosti, propustnosti, výšky (Novotný a kol., 2014). Kombinací více dřevin zajistíme rychlý účinek, odolnost a trvalost větrolamu. Základní kostru porostu tvoří dřeviny, které se vyznačují dlouhověkostí a dobrým zakotvením v půdě. Požadavky splňují buk, jasan, javor, dub, lípa, ořešák. Vzhledem k jejich pomalému růstu se do doby jejich požadovaného vzrůstu zařazují dřeviny dočasné, které jsou méně odolné, nedosahují vysokého věku, ale svým rychlým růstem zabezpečují působení větrolamu. Pro tento účel je vhodný topol, bříza, jeřáb, jilm, olše. Jako vedlejší dřeviny se hodí jablň, třešeň, hrušeň, akát, které svými korunami chrání půdu a opadem listů zlepšují obsah živin. V dospělosti se z větrolamů neodstraňují. Důležitou součástí jsou keře, které zabraňují přízemnímu proudění vzdušných mas, zachycují sněh a půdní částice unášené větrem, opadem listů obohacují půdu, zabraňují pronikání buřeny, rozšiřování plevelů a mohou poskytnout úkryt zvěři (Janeček a kol., 2012).

## 8 Těžba nerostů

Lidská populace využíváním nerostného bohatství pokrývá veškeré materiální a energetické potřeby. Podstatná část energie se stále vyrábí zejména z neobnovitelných zdrojů, mezi které řadíme ložiska uhlí, ropy zemního plynu a jaderné palivo (Bejček a kol., 2003). Těžbou nerostných surovin dochází k devastaci původní krajiny. Původní maloplošné deformace půdního fondu se dnes mění ve velkoplošné destrukce všech krajinnotvorných prvků (pedosféry, hydrosféry, atmosféry, biosféry (Štýs, 1990).

Hlavními způsoby těžby uhlí jsou: hlubinná těžba a povrchová těžba, které mají své výhody a nevýhody (viz. tab. 1). Mezi vedlejší těžební metody můžeme zařadit podzemní zplynování, které má spíše doplňkový charakter a jejich použití je u méně hodnotných ložisek (Švéda, 1987). Pro zvolení určité metody dobývání v určité lokalitě, je rozhodující poměr mocnosti nadloží k mocnosti uhelné sloje. Platí, že mladší uhlí se vyskytuje v menších a starší ve větších hloubkách (Krátký, 1954).

**Hlubinnou těžbou** rozumíme získávání nerostných surovin hornickou činností v podzemí dolů. Metody dobývání hluboce uloženého uhelného sloje jsou pilířování, etažování, stěnování, komorování (Švéda, 1987).

**Povrchový způsob těžby** se podílí ze všech aktivit člověka nejvýznamněji na proměnách krajiny. Při povrchovém způsobu těžby je nutné skrýt značný objem nadloží nad těžbou vrstvou, kterou je posléze možno odtěžit (Štýs a kol., 1981). Povrchový způsob se vyznačuje vysokou výrubností, kdy ložisko uhlí se vybere beze zbytku, kdežto u hlubinného dobývání je nutno zanechat ve sloji opěrné sloupce. Štýs (1990) udává, že výtěžnost hlubinné těžby je přibližně 35–45 %, zatímco povrchová těžba dosahuje 90 % a více.

Výhody	Nevýhody
Vyšší roční těžby	Vyšší stupeň technogenní transformace těžebních území
Vyšší produktivita práce	Devastace všech složek životního prostředí
Nižší těžební náklady	
Vyšší výrubnost ložiska	
Lepší pracovní podmínky (hygiena, bezpečnost)	

Tab. 1: Výhody a nevýhody - povrchová těžba a hlubinná těžba Zdroj: Štýs, 1990

Hlubinou těžbou nerostných surovin vzniká degradace přírodního prostředí v podobě odvalů, poklesů terénu atd. Ještě větší degradaci přírodního prostředí způsobuje těžba povrchová, kdy je nutné oddělit nadložní vrstvu od těžené vrstvy, a tím skrýt značný objem nadloží, které je posléze ukládáno na **vnitřní a vnější výsypky**.

## 8.1 Pojem výsypky a jejich dělení

Pojem výsypka nebo také halda je recentní útvar, který vzniká sypáním skrývaných nadložních zemin při povrchovém dobývání. Charakteristickým rysem povrchu výsypek je chaotická směs zemin, různého stáří a původu, která slouží k provizornímu nebo stálému uložení skrývkových hmot (Dimitrovský, Vesecký, 1989).

Výsypky vznikají během těžby, a to systematickým nasypáním hornin. Plochy výsypek mohou dosahovat i několik čtverečních kilometrů, a tím jsou hlavním prvkem určující změny v krajině během těžby (Bejček a kol., 2003). Mocné vrstvy zemin, které překrývaly hnědouhelné sloje, jsou odtěženy a uloženy někde jinde. Vznikají tak značné plochy krajinných novotvarů. Podle místa uložení dělíme výsypky na vnitřní a vnější (viz. obr. 4). Vnitřní výsypky jsou z hlediska ekonomického a organizačního efektivnější. Jsou zakládány do již dříve devastovaného prostoru a nevyžadují tak další zábor pozemků. Mohou být zakládány třemi způsoby:

- pomocí zakladačové výsypky s kolejovou dopravou (obr. 4/1);
- pomocí zakladačové výsypky s pásovou dopravou (obr. 4/3);
- kombinací (vnější a vnitřní) výsypky s pásovou dopravou (obr. 4/5).

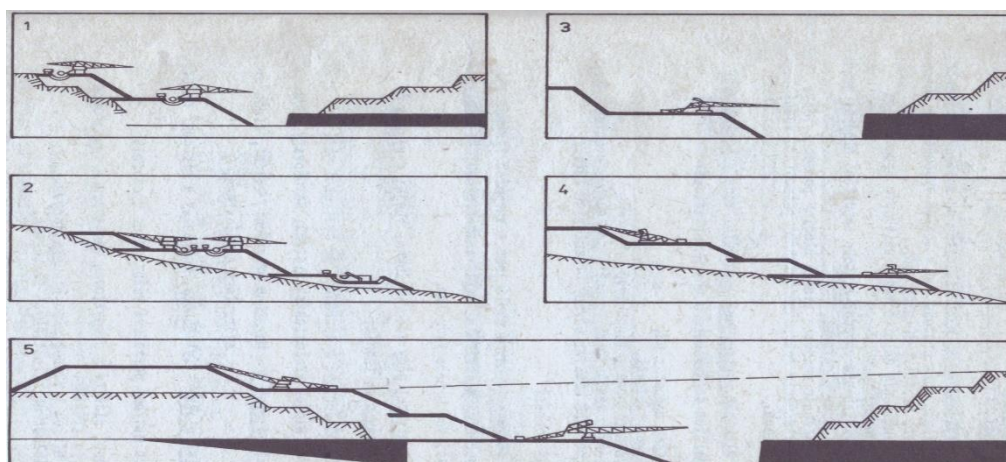
Vzhledem k velkému množství skrývkových zemin však tento prostor svou kapacitou zdaleka nestačí, a tak musí být převážná část tohoto materiálu uložena mimo těžební pole na výsypky vnější (Bejček a kol., 2003), které mohou být zakládány třemi způsoby:

- pomocí zakladačové výsypky s kolejovou dopravou (obr. 4/2);
- pomocí zakladačové výsypky s pásovou dopravou (obr. 4/4);
- kombinací (vnější a vnitřní) výsypky s pásovou dopravou (obr. 4/5).

Vnější výsypky převyšují rostlý terén o desítky až stovky metrů a vytvářejí tak nový reliéf s rozdílným horninovým složením a hydrologickými poměry. Další dělení výsypek je podle výškové orientace okolního terénu výsypky na podúrovňové (konkávní), úrovňové (rovinné), nadúrovňové (konvexní) (Štýs, 1981),



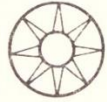

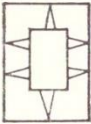
dále rozdělujeme podle mechanizace výsypkových prací na pluhové, plavené, rypadlové a zakladačové (Švéda, 1987).



Obr. 4: Příklady uspořádání výsypek

Zdroj: Štýs a kol. 1981

Z hlediska rekultivací je potřebné správné umístění výsypky, stejně tak i tvar (viz. tab. 2) má značný vliv z hlediska rekultivace. Tvar a tvarování výsypky probíhá během jejího vzniku s ohledem na její stabilitu a předpokládaný způsob rekultivace. Cílem je vytvářet výsypky takového tvaru, aby docházelo k minimální devastaci krajiny (Bejček a kol., 2003). Nejvhodnější tvar výsypky je tvar kruhový či čtvercový, protože představují nejmenší nároky na zabor pozemků (Štýs, 1981).

Tvar výsypky	Výška výsypky (m)	Plocha záboru pozemků (m <sup>2</sup> )	Plocha vznikající na pláni výsypky (m <sup>2</sup> )	Plocha svahů (m <sup>2</sup> )	Využití prostoru (m <sup>3</sup> m <sup>-2</sup> )
	H = 25	6 154 400	5 512 662	677 000	24,4
	H = 50	3 799 400	2 009 600	1 814 000	39,5
	H = 100	2 924 000	13 270	2 929 000	51,3
	H = 25	6 250 000	5 522 500	767 000	24,0
	H = 50	4 000 000	1 960 000	2 068 000	37,5
	H = 100	3 900 625	30 625	3 894 000	38,5
	H = 25	6 845 000	5 270 000	830 000	21,9
	H = 50	4 205 000	1 955 000	2 280 000	35,7
	H = 100	4 086 000	—	4 111 000	36,7

Tab. 2: Porovnání tvaru výsypky o celkovém objemu 150. 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

Zdroj: Štýs, 1990

Z tabulky 2 lze vyčíst, že nejvhodnější tvar výsypky je tvar kruhový a čtvercový. Tvary těchto výsypek kladou nejmenší nároky na zábor pozemků, mají nejmenší svahovou kubaturu a umožňují vytvoření největších plošin v koruně výsypky. Obdélníkové výsypky mají menší využití plošin v koruně výsypky a je zde soustředěna větší svahovitost, tudíž větší nároky na rekultivaci svahů (Štýs, 1981).

## 8.2 Způsoby využití výsypek

Půdy výsypek (viz. obr. 5) jsou svými vlastnostmi a složením velice odlišné od běžných zemědělských půd v Karlovarském kraji (viz. obr. 6). Jsou tvořeny různorodou směsí zemin a hornin. Třetihorní a čtvrtohorní horniny jsou nejčastější směsí nového geologického prostředí (Bejček a kol., 2003).

Faktory ovlivňující rychlost vývoje půd na výsypkách jsou (Frouz, 2006):

- *Vlastnosti výsypkového substrátu;*
- *druh vysázených dřevin;*
- *rozvoj vegetačního krytu;*
- *vzdálenost rekultivované plochy od půdních organismů v okolní krajině.*



Obr. 5: Půda Podkrušnohorské výsypky IX. etapa      Zdroj: Foto Jan Zábojník



Obr. 6: Běžná půda Karlovarského kraje      Zdroj: Foto Jan Zábojník

Změnou reliéfu krajiny po těžební činnosti dochází ke změnám klimatických a hydrologických poměrů dané oblasti. Vzniká velice členitý a heterogenní povrch, který výrazně mění větrné poměry, vodní režim a kvalitu stanovišť. Pro správné zvolení způsobu rekultivace jsou tyto negativní rysy velmi důležité (Spiřík, 1992).

### 8.3 Ekosystém na výsypkách a jeho obnova

Při povrchové těžbě uhlí dochází k dlouhodobé plošné změně krajiny s plochou několika stovek hektarů a vytváří tak nový ráz krajiny. Těžbou nadloží, uhelného sloje a stavbou vnějších výsypek dochází k přeměně horninového složení a vzhledu povrchu. Podle Štýse, (1981) by rekultivovaná krajiny měla mít následující vlastnosti:

- *Ekologická vyváženost;*
- *efektivní a potenciální produkceschopnost;*
- *zdravotní a hygienická nezávadnost;*
- *estetická působivost a rekreační účinnost.*

Desítky let probíhající těžba v sokolovské hnědouhelné pánvi, vyžaduje postupné řešení rekultivačních prací. Výše uvedené vlastnosti krajiny mohou být dosaženy jedině správným zvolením rekultivace, která má téměř dokonalý návrh a nejlépe kombinuje základní postupy rekultivací. Je nutné krajinu rozdělit na etapy, na kterých se budou vhodně kombinovat lesnické, zemědělské a vodohospodářské způsoby rekultivací (viz. tab. 3). Tyto etapy však musíme spojit v celek tak, aby byly funkčně zapojeny do krajiny s maximálním využitím.

<b>Plochy ukončených a plánovaných rekultivací</b>	<b>Ukončené (ha)</b>	<b>Plánované (ha)</b>
Lesnické	1521,28	1651,29
Zemědělské	194,72	194,72
Vodní	11,31	12,19
Ostatní	7,43	7,43
<b>Celkem</b>	<b>1735,04</b>	<b>1865,63</b>

Tab. 3: Plochy ukončených rekultivací na VPV

Zdroj: SU a. s.

## 8.4 Protierozní úprava výsypek

Čermák a kol. (1999) udává, že povrch, který není stabilizovaný a rekultivovaný, je prakticky okamžitě náchylný k působení vodní eroze, a to již při malých srážkách. Promísení výsypkové zeminy, promísení s povrchovými půdami nebo využití organické hmoty ve formě mulče může pomoci k zamezení vzniku rýh a strží.

Výsypky převrstvené výhradně nadložními jíly nebo směsí těchto jílu vykazují vysokou erodovatelnost. Tyto půdy vyžadují hydrofyzikální úpravu rekultivačními technologiemi nebo stabilní vegetační pokryv. Jestliže povrch výsypky je převrstvený zúrodnitelnými zeminami, udává se jako nejvíce účelové použití překrytí ornici v dostatečné vrstvě. Takto upravený povrch je vyhovující i pro dobu opakování výskytu srážky 10 roků. Protierozní zabezpečení svahů výsypek je ve své podstatě závislé na zvoleném způsobu biologické rekultivace a typu okolní krajiny výsypky.

Ve velmi krátkém časovém pásmu se projevuje intenzita erozních procesů, které dosahují rýhové (viz. obr. 7) až stržové formy (viz. obr. 8).



Obr. 7: Projevy eroze na VPV

Zdroj: Foto Jan Zábojník



Obr. 8: Projevy eroze na VPV

Zdroj: Foto Jan Zábojník

Počáteční negativní procesy je možné omezit pomocí opatření, která kvalitativně upravují infiltrační schopnosti zemin, a to správnou volbou technologického postupu, které celkově přispívají k vylepšení půdních vlastností (Dimitrovský, 2001).

## 8.5 Rekultivace

Pojem rekultivace můžeme vysvětlit jako efektivní způsob obnovy krajinného rázu, který byl zcela přeměněn následkem povrchové těžby, staveb, uzavírání skládek odpadů apod. Odborná literatura nám nabízí hned několik vysvětlení pojmu rekultivace. Čermák a kol. (1999) uvádějí, že rekultivace je soubor opatření použitých na úpravu území, které bylo poškozeno přírodními nebo antropogenními vlivy.

Mezi dominantní faktory, které ovlivňují řešení a volbu rekultivace, patří podle Štýse, (1990):

**A ekologické faktory**

- a) nadmořská výška;
- b) klimatické poměry;
- c) hydrologické poměry;
- d) inklinace (převýšení, svahy);
- e) požadavek na ekologicky vyváženou krajinu.

**B sociálně-ekonomické faktory**

- a) forma devastace;
- b) potřeba tvorby život. prostředí;
- c) vodohospodářské potřeby;
- d) potřeba rekreačního prostoru;
- e) skládky odpadů;
- f) maskovací funkce.

Koncepce a řešení rekultivačních prací v sokolovském revíru je metodicky řešeno generálním ředitelstvím SU a. s., odborem vývoje a investic. Přípravu ploch výsypek k rekultivaci zajišťují projektovou dokumentací v souladu se zákonnými předpisy těžební organizace. Projektové dokumentace jsou zajišťovány u projektových společností v souladu s generelem rekultivací. Rekultivační práce jsou ve většině případů prováděny dodavatelským způsobem. Povinnost zrehabilitovat území zdevastované těžbou nerostných surovin, ale i po ukončení některých antropogenních činností, stanoví důlní společnosti zejména zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu a zákon č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství tzv. horní zákon (Jan Ráž, VIII. 2017, in verb.)

**Technologie rekultivací**

Důlní organizace vypracovávají plány otvírky, přípravy a dobývání ložisek. Plány zajištění a likvidace důlních děl a lomů stanovuje Český báňský úřad obecně závazným právním předpisem.

*Etapy spojené s těžbou:*

- *přípravná: probíhá v období otvírky a přípravy těžby, zajištění projekční činnosti a koncepce, průzkum hornin a zemin;*
- *důlně-technická: období těžby, odvoz půdy a zakládání výsypek;*
- *biotechnická: následuje po ukončení těžby a dělí se na 2 fáze (technickou, biotechnickou), více v následujícím textu;*
- *post-rekultivační: resocializace, běžné ošetřování a obhospodařování.*

(Štýs, 1981)

### **Technická a biotechnická fáze**

Technická fáze zahrnuje terénní úpravy, návoz ornice a organických kompostů, výstavby provozních komunikací, hydromeliorační a hydrotechnické úpravy.

Biotechnická fáze je navazující fází po ukončení technické. Využití této fáze vede ke stabilizaci plochy po těžbě, rychlému ozelenění ploch, vzniku vodních ploch nebo odpočinkových zón.

Člení se na rekultivaci:

- *zemědělskou: orná půda, louky, pastviny, zahrady, vinice, sady jako součást zemědělského půdního fondu;*
- *lesnickou: území nevhodné pro zemědělství, dřevní porosty (rozmanitá druhová skladba);*
- *hydrická: vznik nových vodních toků a ploch;*
- *ostatní: sportoviště, hipodromy, komunikace, podnikání, rekreace apod. (Vráblíková a kol., 2008).*



## 9 Velká podkrušnohorská výsypka

### 9.1 Charakteristika zájmového území

VPV (viz. obr. 9) se nachází v západních Čechách severovýchodně od města Sokolov. Od roku 1960 až do roku 2004 do ní bylo uloženo přibližně 800 milionů m<sup>3</sup> nadložních zemin. Celková délka činí 8,5 km a šířka cca 2,5 km. VPV vznikla spojením menších výsypek – Vintířovské, Lipnice, Pastviny, Týn a Boučí. Celková výměra tohoto území činí 1957,06 ha a právem patří mezi největší výsypky v ČR. Pata výsypky leží v nadmořské výšce 445 – 595 m n. m. a její některé vrcholy dosahují místy výšky až 600 m n. m.

Hornická činnost na VPV byla ukončena v 1. čtvrtletí roku 2004. VPV je tvořena substráty cyprisových jííl tvořeny bitumenními jíilovci, kaolinitovými jíily, jíilových slíd a slepenci (Zdeněk Immer, XII. 2017, in verb.).



Obr. 9: Letecký snímek VPV, srpen 2012

Zdroj: Foto Jan Hrazdíra

### 9.1.1 Klimatické podmínky

Okres Sokolov leží v blízkosti Krušných hor, které významně ovlivňují klimatické poměry. Sokolov je rozdělen na dvě klimatické oblasti. Vyšší a horské polohy Krušných hor a Slavkovského lesa je v chladné klimatické oblasti a Sokolovská pánev v mírně teplé oblasti.

Dimitrovský (2001) uvádí, že sokolovská pánev a její klimatické podmínky může také výrazně ovlivňovat probíhající těžba a její sekundární vlivy působící zejména na životní prostředí. Zábor rozsáhlých ploch a odstranění půdního profilu, vegetace vede k velkému poklesu výparu, jednak v důsledku eliminování transpirace rostlin a odstraněním zásoby vody v půdním profilu. Výsledkem je zvýšení přízemní teploty a vysychání povrchu. Dlouhodobé průměrné roční srážky na Sokolovsku se pohybují v rozmezí 590-650 mm (viz. tab. 5), dlouhodobá průměrná roční teplota se pohybuje mezi 9-9,5 °C, jak plyne z tabulky 4.

V roce	Měsíc												Celkem za rok	Celkem v ČR
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
2014	0,1	1,8	6,4	10,3	12	16	19,4	15,8	14,3	10,3	5,9	2	<b>9,5</b>	9,4
2015	1,5	0,1	4,4	8	13	16	19,7	21,2	12,7	7,9	6,2	4,5	<b>9,5</b>	9,4
2016	-0,9	2,7	3,4	7,7	14	17	18,5	17,1	16,1	7,9	2,7	0,7	<b>8,9</b>	8,7

Tab. 4: Průměrné teploty (v °C) v Karlovarském kraji

Zdroj: ČHMÚ

V roce	Měsíc												Celkem za rok	Celkem v ČR
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
2014	24	6	26	36	94	34	111	78	88	48	23	38	<b>606</b>	657
2015	49	7	50	50	28	92	46	87	28	65	71	19	<b>592</b>	532
2016	45	49	25	29	47	108	90	47	81	65	31	38	<b>655</b>	637

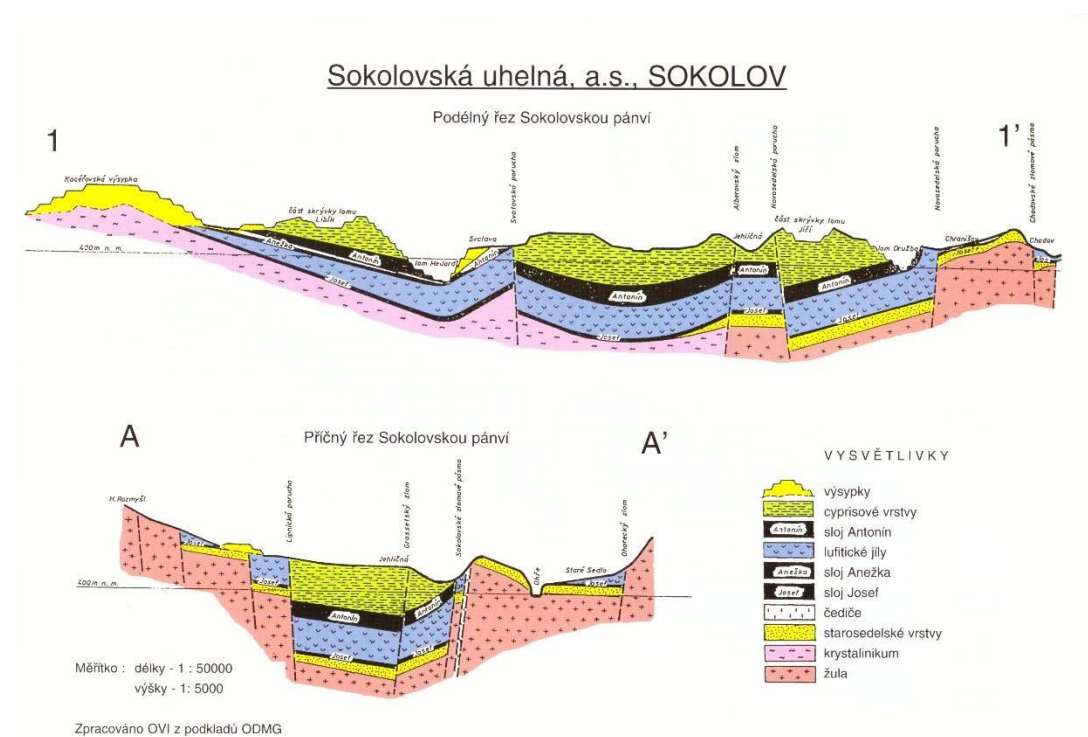
Tab. 5: Průměrný úhrn srážek (v mm) v Karlovarském kraji

Zdroj: ČHMÚ

## 9.1.2 Geologické poměry

Sokolovská pánev je terestrická terciární pánev s vrásově zlomovou stavbou. Je to oboustranně tektonicky ohraničený, stupňovitý, příčně asymetrický příkop. Pánev má délku 36 km, šířku 6 km a rozlohu 312 km<sup>2</sup>. Vznikla ve starších třetihorách saxonskými tektonickými pohyby. Ty vyvolaly rozsáhlé podmáčení, vznikala jezera, ve kterých se ukládaly třetihorní sedimenty.

Produktivní uhlonosné vrstvy jsou v geologické stavbě pánve zastoupeny slojemi Josef, Aněžka a Antonín (viz. obr. 10) (Dimitrovský, 2001).



Obr. 10: Podélný řez Sokolovskou pánví

Zdroj: Dimitrovský; 2001

Podloží je tvořeno horninami karlovarského plutonu a metamorfovaným pláštěm – krušnohorským krystalinikem. Povrch celé oblasti je tvořen převážně sedimenty cyprisového souvrství.

Na Sokolovsku převládají jíly Cyprisového souvrství. Tyto jíly získali svůj název podle ostrakodů (skořepatců) *Cypris angusta*. Jedná se převážně o jezerní jílovce, které tvoří nejmladší jednotku kryjící uhelnou sloj. Souvrství je tvořeno převážně sedimentací jílovců a jílu se střídavým výskytem modrošedých kaolinických jílu (viz. obr. 11 a 12).



Obr. 11: Jíly VPV

Zdroj: Foto Jan Zábojník



Obr. 12: Jíly VPV

Zdroj: Foto Jan Zábojník

## 9.2 Odvodnění tělesa výsypky

Průvodním jevem těžby v jednotlivých lomech sokolovské uhelné pánve je devastace původního charakteru území. Obnova krajiny po těžbě musí být prováděná tak, aby došlo k vhodnému propojení krajinných prvků pomocí jednotlivých typů rekultivací. Na těchto rekultivacích se podílí z části SU a. s., tak i externí dodavatelé (Jiří Leitgeb, VII. 2017, in verb.).

Výsypky podkrušnohorských uhelných pánví mají charakter stupňovitých stolových hor. Při zakládání těles výsypek je důležitým prvkem odvodnění tohoto tělesa (obr. 13). Pro rozhodování volby způsobů odvodňování výsypkových těles jsou brány v úvahu limitující faktory jako je reliéf, převýšení, infiltrační schopnost, délka a sklon svahů, kumulativní schopnost a množství srážek.



Obr. 13: Odvodnění tělesa výsypky

Zdroj: SU a. s.

Podstatnou a nedílnou součástí všech výsypek je úprava vodního režimu již v počátcích jejich zakládání (viz. Příloha 2A a 2B). Výsypky jsou tvořené velmi provzdušněnou a propustnou zeminou, která je sypána za každého počasí, kde za působení tlaku na podloží dochází k zvodnění ve výsypce, a tím může dojít k případným sesuvům. Vzhledem k hmotnosti výsypky se navrhuje odvodňovací prvky z ocelových děrovaných potrubí o  $\varnothing$  nad 300 mm s kameninovým obsypaním (Jiří Leitgeb, VII. 2017, in verb.).

Způsoby odvodňování výsypek máme v podstatě dvojí, a to drenážní a příkopové odvodnění. Odvodnění tělesa výsypek je velmi problematické, neboť neexistuje žádná předloha výskytu podzemních vod. Je proto nutné věnovat maximální pozornost projevům vláhových poměrů na výsypce ještě před zahájením projektování rekultivace na výsypce. Regulace vody na výsypkách představuje vytvoření nové hydrogeologické sítě, která zabezpečuje odvod vody z podloží a tělesa výsypky a bezpečně odvádí vodu srážkovou (Dimitrovský, 2001). Mezi základní odvodňovací prvky patří pramenní jímky, odvodňovací žebra s děrovaným potrubím či bez potrubí, kamenné trativody.

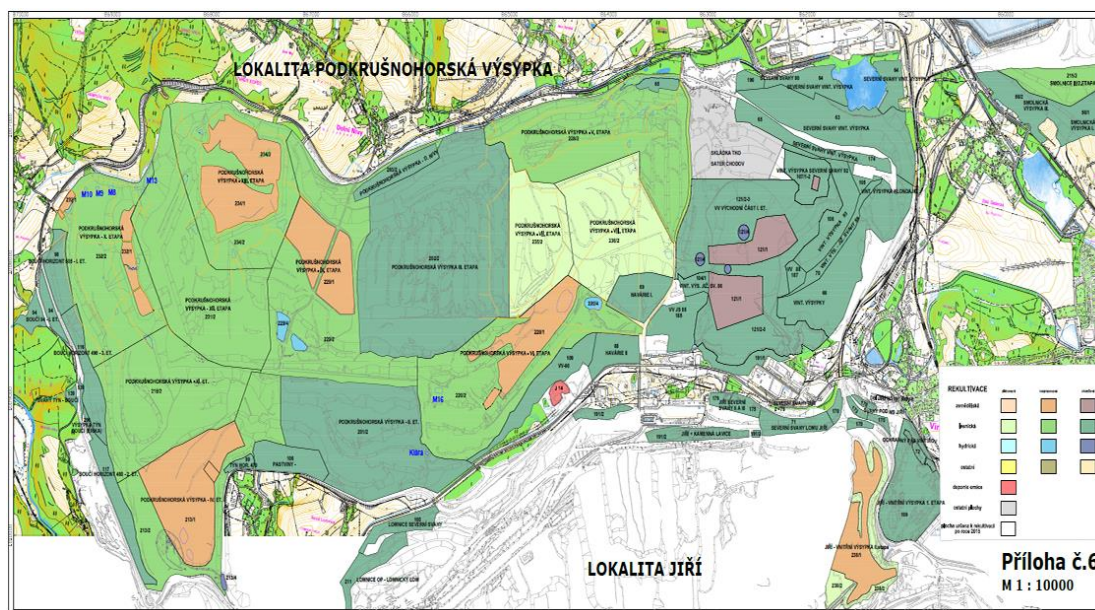
### 9.2.1 Regulace povrchových vod na VPV

*Regulace povrchových vod na výsypce není také nic jednoduchého. Jde o vytvoření nové hydrologické sítě, která má plnit několik funkcí:*

- *Funkci odváděcí - tzn. že má bezpečně odvést srážkové vody z výsypky při respektování erozní ohroženosti rekultivované výsypky.*
- *Funkci regulační - tzn. že odvedení vod musí probíhat s optimálním zpožděním a se zajištěním maximální vodnosti v recipientech.*
- *Funkci samočisticí, s ohledem na to, že do recipientů jsou vypouštěny vody z podloží výsypky a z tělesa výsypky (Dimitrovský, 2001).*

## 9.3 Rozdělení VPV

Všechna zmapování působení eroze byla provedena u IX. etapy za souboru 13 etap rekultivací VPV (viz. obr. 14 a Příloha č.1). Na všech etapách VPV bylo zapotřebí před zahájením biotechnických rekultivací provést v rámci technický rekultivací terénní úpravy (zahrnutí, urovnání, odvodnění depresí, vybudovat obslužné cesty – hospodárnice). V oblasti biotechnických rekultivací byli provedeny zemědělské, lesní a vodní rekultivace. Při projektování byla snaha o ponechání dostatečného množství vodních ploch a docílit jejich přírodního zapojení.



Obr. 14: Etapy rektivací VPV

Zdroj: SU a. s.

Popis jednotlivých etap VPV:

**I. etapa o výměře 147,60 ha**, nachází se ve východní části výsypky, ukončená lesnická, zemědělská a vodní rektivace v roce 2009. Vznikly 2 MVN, 2 dočišťovací nádrže a 3 mokřady.

**II. etapa o výměře 110,60 ha**, nachází se v jižní části výsypky, ukončená lesnická rektivace v roce 2010. Vznikl 1 mokřad.

**III. etapa o výměře 203,36 ha**, nachází se v severní části výsypky, ukončená lesnická rektivace v roce 2015. Vzniklo 19 mokřadů.

**IV. etapa o výměře 107,00 ha**, nachází se v jihozápadní části výsypky, ukončená lesnická, zemědělská a vodní rektivace v roce 2016. Vzniklo 9 mokřadů.

**V. etapa o výměře 119,19 ha**, nachází se ve východní části výsypky, ukončená lesnická rektivace v roce 2017. Vzniklo 9 mokřadů.

**VI. etapa o výměře 125,37 ha**, nachází se v jihovýchodní části výsypky, ukončená lesnická, zemědělská a vodní rektivace v roce 2017. Vznikly 2 MVN a 19 mokřadů.

**VII. etapa o výměře 54,20 ha**, nachází se v severovýchodní části výsypky, ukončená lesnická rektivace v roce 2027. Bez MVN a mokřadů.

**VIII. etapa o výměře 79,60 ha**, nachází se ve východní části výsypky, ukončená lesnická rektivace v roce 2029. Bez MVN a mokřadů.

**IX. etapa o výměře 143,95 ha**, nachází se v severní části výsypky, ukončená lesnická, zemědělská a vodní rektivace v roce 2019. Vznikly 2 MVN.

**X. etapa o výměře 100,30 ha**, nachází se v západní části výsypky, ukončená lesnická a zemědělská rekultivace v roce 2021. Vzniklo 15 mokřadů.

**XI. etapa o výměře 107,91 ha**, nachází se v západní části výsypky, ukončená lesnická rekultivace v roce 2019. Vzniklo 6 mokřadů.

**XII. etapa o výměře 116,80 ha**, nachází se v severozápadní části výsypky, ukončená lesnická rekultivace v roce 2019. Vzniklo 8 mokřadů.

**XIII. etapa o výměře 118,51 ha**, nachází se v severní části výsypky, ukončená lesnická a zemědělská rekultivace v roce 2019. Vznikly 3 mokřady.

### 9.3.1 Popis IX. etapy rekultivací VPV

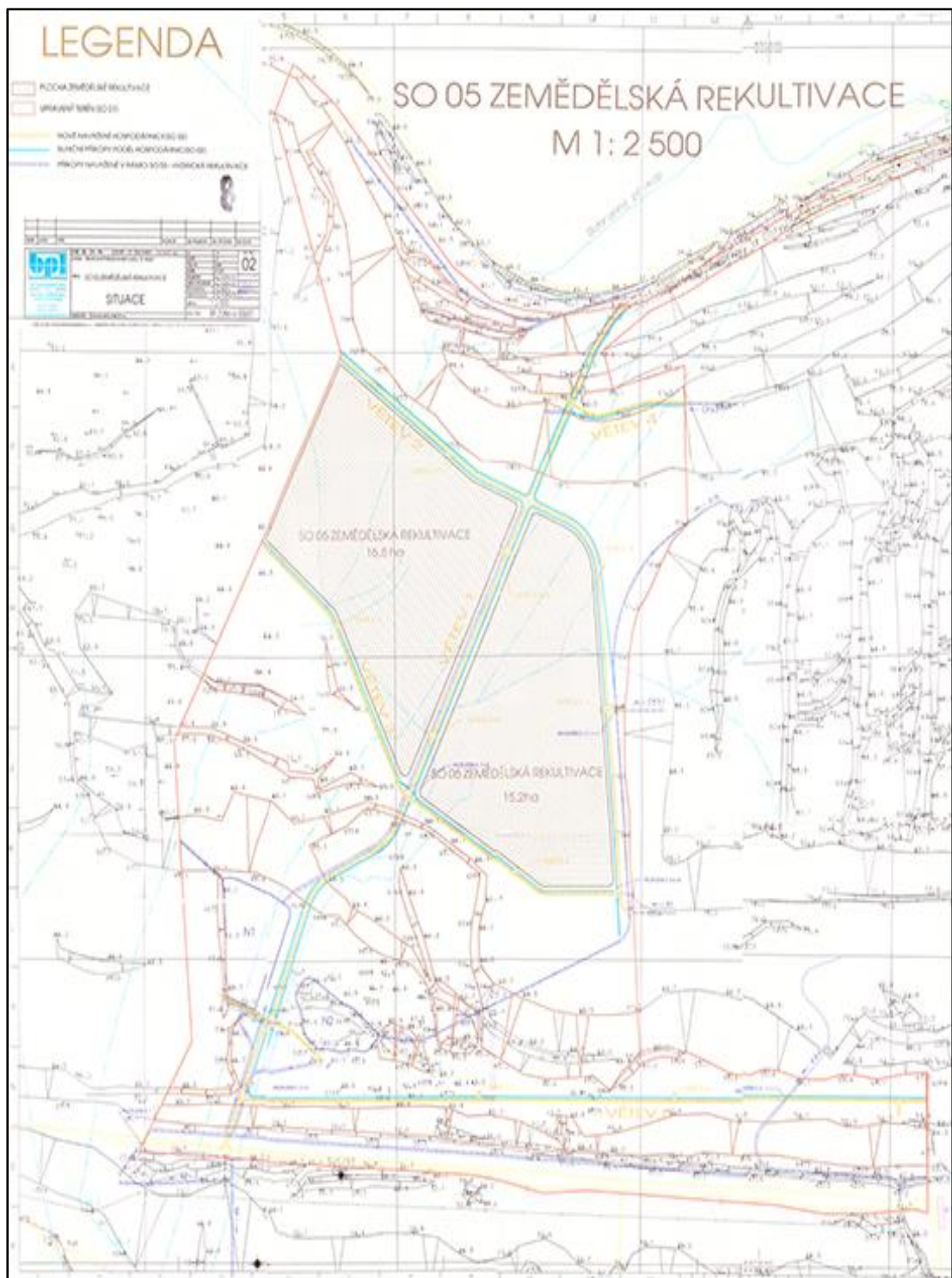
Zájmové území IX. etapy se nachází v severní části VPV. Při jižním okraji je plocha IX. etapy ohraničena II. a IV. etapou, z východní III. etapou, západní XII. a XIII. etapou a na severní straně vede silnice Dolní Nivy – Vřesová. Středové těleso je téměř rovinatého charakteru a severní část je ukloněna ke stávající komunikaci Dolní Nivy. Nejnižší kóta území je 524 m n. m a nejvyšší 586.9 m n. m. Celková plocha IX. etapy je 143.95 ha.

### 9.3.2 Členění stavby IX. etapy VPV

Stavba je rozdělaná do těchto částí a následujících stavebních objektů (viz. obr. 15) projektové dokumentace:

- SO 01 – Terénní úpravy;
- SO 02 – Lesnická rekultivace - hospodárnice;
- SO 03 – Hydrická rekultivace;
- SO 04 – Lesnická rekultivace, výsadba
- SO 05 – Zemědělská rekultivace.





Obr. 15: Projektová dokumentace rekultivace IX. Etapy

Zdroj: SU a.s.

## 9.4 Popis stavebních objektů na IX. etapě VPV

Na nestabilizovaném a rekultivačně neupraveném povrchu IX. Etapy VPV začala téměř okamžitě působit vodní eroze, a to již při výskytu velmi malých srážek. Na odstranění příčin, a tím minimalizace eroze byla interní firmou Bohemiplan s.r.o. Plzeň zpracována projektová dokumentace na celkovou rekultivaci IX. Etapy VPV.

V souhrnné technické zprávě se uvádí, že zájmové území vykazuje z hlediska použití následné zemědělské a lesnické rekultivace tyto hlavní nedostatky:

- prudké svahy;
- bezodtokové deprese v členité části plochy.

Snahou navržených terénních úprav je tyto zmíněné nedostatky odstranit. Svahy zájmového území budou vzhledem ke svému účelu upraveny do max. sklonu 1:4. Svedení povrchových vod bude řešeno páteřními odvodňovacími příkopy, které budou svedeny do dešťových retenčních nádrží N1 a N2 (viz obr. 16).



Obr. 16: Retenční nádrže N1a N2

Zdroj: Foto Jan Hrazdíra

V rámci úprav bude plocha rozdělena pro svojí dopravní obslužnost tzv. hospodárnicemi dle rozdělení zájmové plochy. Veškeré navržené rekultivace přihlížejí k požadavkům investora i budoucích uživatelů.

### **SO 01 – Terénní úpravy**

V rámci terénních úprav bude provedeno přesvahování, sklony svahů a zahlazena deprese přebytečnou zeminou z hydričké rekultivace.

### **SO 02 – Lesnická rekultivace, hospodárnice (cesty)**

Území IX. epaty je rozděleno hlavními cestami 1 a 2 a doplněna vedlejší sítí cest 3 – 6. Tyto cesty jsou štěrkové o hloubce 0,45 m. Nivelita je navržena tak, aby místa s vyšším podélným sklonem nepřesáhla 12 %. Odvodnění těchto cest je řešeno vyspádováním do nově navržených odvodňovacích příkopů lichoběžníkového tvaru (viz. obr. 17). Vody z odvodňovacích kanálů jsou převáděny pod cestami trubními propustky DN 600 - DN 1000 (viz. obr. 18).



Obr. 17:  
Lichoběžníkový příkop  
Zdroj: SU a.s.

Obr. 18: Trubní  
propustek  
Zdroj: SU a.s.



### SO 03 – Hydrická rekultivace

Jsou zde vytvořeny dvě vodní nádrže N1 a N2 pro retenci dešťové vody. Do nádrže N1 je zaústěn příkop P3 a do nádrže N2 je zaústěn příkop P5. Nádrže jsou opatřeny požeráky a jsou schopné retence pro objem 100leté vody. N1 pojme až 22000 m<sup>3</sup> a N2 pojme 4000 m<sup>3</sup>.

### SO 04 – Lesnická rekultivace, výsadba

Na celkové ploše 105,7454 ha včetně hospodárnic je navržena lesnická rekultivace. Výsadba stromů na ploše 81,3988 ha, výsadba keřů 17,6863 ha a zatravnění 1,3697 ha (viz. tab. 6).

#### Navržená výsadba – sortiment a množství:

smrk ztepilý	116 354 ks
modřín opadavý	72 082 ks
borovice lesní	201 803 ks
olše šedá	97 636 ks
jasan ztepilý	41 998 ks
javor klen	66 089 ks
habr obecný	28 142 ks
lípa srdčitá	28 142 ks
jeřáb ptačí	18 007 ks
vrba košíkářská	8 070 ks
<b>CELKEM</b>	<b>678 323 ks</b>
<u>keře:</u>	
svída krvavá	50 000 ks
ptačí zob	54 000 ks
zimolez tatarský	42 863 ks
netvařec křovitý	30 000 ks
<b>CELKEM:</b>	<b>176 863 ks</b>

Tab. 6: Navržená výsadba – sortiment a množství

Zdroj: SU a.s.

### SO 05 – Zemědělská rekultivace

Navržena na ploše 31,7 ha. Provedeny terénní úpravy, a to návozem ornice z deponie J 36, která se nachází v severní části IX. etapy.

0.rok – hluboká orba, hnojení Vitahum a chlévský hnůj;

1. rok – smykování, vláčení, válení vysetí hořčice, sekání a rozřezávání, hnojení průmyslovými hnojivy, hluboká orba;

2. rok – smykování, vláčení, setí pastevní směsi, válení, sekání, prořezávání, mulčování, hnojení LAV;

3. rok – přisetí trávníku, hnojení LAV, sekání, prořezávání, chemická ochrana;  
4. rok – provzdušnění trávníku, sekání, rozřezání, hnojení LAV.  
Zemědělská rekultivace bude ukončena zařazením do kultury trvalý travní porost.

Vzhledem k provedeným rekultivačním pracím se podařilo zmírnit, ale ne úplně vyloučit působení erozních vlivů v dané lokalitě. Po prohlídce IX. etapy jsem se setkal především s působením vodní eroze, a to na svazích v SO lesnické rekultivace (viz. obr. 19), která je viditelná z poměrně velké vzdálenosti.

Obr. 19: Eroze v lesnické rekultivaci

Zdroj: Foto Jan Zábajník



## 9.5 Eroze v SO lesnická rekultivace

U lesnické rekultivace jsem se setkal s výmolovou formou eroze, kde je vzhledem k nízkému zapojení porostu nedostatečně chráněna půda. Zcela chybí bylinné patro, které by zcela jistě zmírnilo působení eroze. Rozsah eroze je velice značný a v několika podobách sub forem eroze (viz. obr. 20 a 21), která vede k zanášení příkopů a propustků (viz. obr. 22). Velikost sub forem je řádově v rozsahu desítek centimetrů až metrů (viz. Příloha 5A, B, C, D, E).



Obr. 20: Stržová eroze

Zdroj: Foto Jan Zábojník



Obr. 21: Výmolová eroze

Zdroj: Foto Jan Zábojník



Obr. 22: Zanešení lichoběžníkového koryta

Zdroj: Foto Jan Zábojník

Návrh opatření k eliminaci eroze:

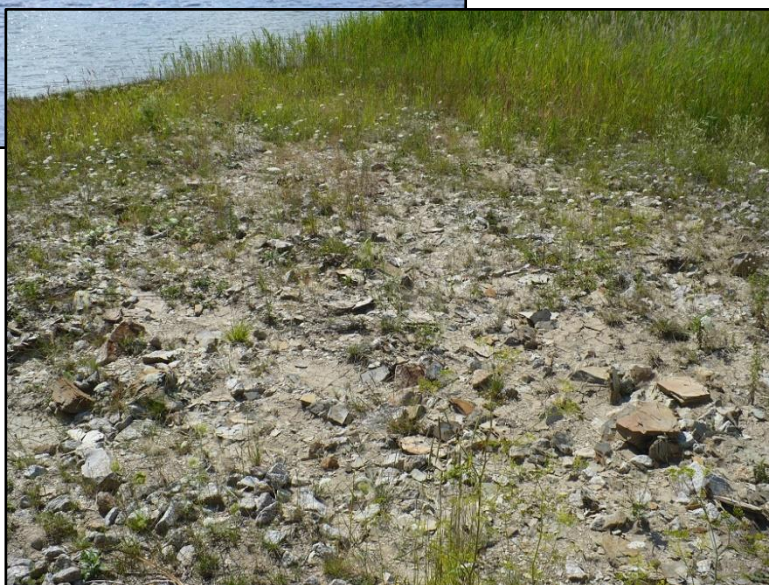
- *snížení sklonu svahu;*
- *délka svahů;*
- *terasovité členění svahů;*
- *střídání použití zatravnovacích pásů;*
- *zcela chybí bylinné a keřové patro;*
- *protierozní příkrývky (slaměné, jutové).*

## 9.6 Eroze v SO Hydrická rekultivace

U hydrické rekultivace došlo k vymletí břehu nádrže N2 v oblasti přítoku do nádrže (viz. obr. 23) a zanešení části retenční nádrže směsí výsypkových zemin (viz. obr. 24). Více (viz. Příloha č. 3).



Obr. 23: Vymletý břeh  
retenční nádrže N2  
Zdroj: Foto Jan  
Zábojník



Obr. 24: Zanešená  
retenční nádrž N2  
Zdroj: Foto Jan  
Zábojník

### Návrh opatření k eliminaci eroze:

- provedení skluzu kaskádovitým způsobem
- použití lomového kamene k opevnění lichoběžníkového příkopu



## 9.7 Eroze v SO Lesnická rekultivace - hospodárnice

U lesnické rekultivace – hospodárnice, dochází k zanášení příkopů a ucpání propustků (viz. obr. 25). Tyto projevy jsou spíše v oblasti lesnické rekultivaci a přilehlých příkopech a propustí. Působení eroze je vidět i na samostatných hospodárnících, u kterých byl zvolen vyšší sklon (viz. obr. 26). Tento projev eroze se vyskytuje na hospodárnici (větev 1), která vede napříč územím od severní k jižní hraně zájmové oblasti (viz. Příloha 4A, B, C).



Obr. 25:  
Ucpaný propustek  
Zdroj: Foto Jan  
Zábojník

Obr. 26: Eroze na  
hospodárnících  
Zdroj: Foto Jan  
Zábojník



### Návrh opatření k eliminaci eroze:

- zatravnovací pásy v blízkosti příkopů;
- délka a sklon hospodárníc;
- vyšší počet ocelových svodnic v oblasti hospodárníc.

## 9.8 Eroze v SO zemědělská rekultivace

U zemědělská rekultivace nedochází téměř k žádnému projevu eroze. V oblasti zemědělské rekultivace se spíše jedná o ojedinělé lokální zamokření (viz. obr. 27), které může být v tomto případě způsobeno přítokem svahových vod pod patou svahu a povahou půdy. Vysokou hladinu podzemní vody bych zde vyloučil, poněvadž v letních měsících se toto zamokření neprojevovalo.



Obr. 27: Zamokření zemědělské rekultivace

Zdroj: Foto Jan Zábojník

### Návrh opatření k eliminaci eroze:

- ochranné zatravnění v přechodu mezi lesnickou a zemědělskou rekultivací
- návrh protierozní meze

## 10 Diskuze

Prací týkajících se eroze půdy určitě existuje mnoho, stejně tak najdeme mnoho děl zabývajících se problematikou spojenou s VPV, které si kladou za cíl objasnit vznik, proces vznikání půd a charakterizovat její vlastnosti. Po dobu existence výsypky zde nedošlo k žádnému masivnímu sesuvu půdy, pouze se jednalo o menší následky erozní činnosti. Při realizaci terénních úprav se vychází ze stabilitního posouzení VPV a ze skutečné konfigurace terénu.

Po prohlídce provedených rekultivačních prací na IX. etapě, bych tyto práce zhodnotil tak, že byly provedeny v souladu s projektovou dokumentací. Firma byla seznámena s charakteristikou zemin a popisem zájmového území, což vyplývá ze souhrnné technické zprávy, ale vzhledem k výskytu vodní eroze, a to převážně v oblasti lesnických rekultivací, si myslím, že v technické zprávě mohlo být uvedeno nebezpečí eroze v oblasti svahů lesnické rekultivace a její další řešení. Výskyt této eroze se projevuje téměř na všech etapách lesnické rekultivace této výsypky.

Proto souhlasím s panem Dimitrovským 2001, který uvádí:

Vhodný sklon svahů v oblasti lesnických rekultivací může být do 25 %, bez omezení plošné výměry, ale zároveň říká, že pokud se v prostoru vyžaduje vyšší protierozní ochrana, tak platí kritéria zemědělské rekultivace, která uvádí jako vhodný sklon svahů 3 – 8 %. **Tyto stanovištní kritéria by měly vzít v úvahu hydrofyzikální vlastnosti použitých zemin.**

Technická rekultivace nebo spontánní sukcese? Většina ekologů se shoduje, že použití technických rekultivací je jen zbytečné plýtvání finančních prostředků k obnově dotčené krajiny a přiklání se ke spontánní sukcesi. U spontánní sukcese uvádějí, že šetří čas, peníze, lidské úsilí a umožňují vzniku přirozených ekosystémů, které osidlují druhy dobře adaptované na místní podmínky a přírodní hodnota lokalit je výrazně vyšší. S tím, že příroda pracuje zadarmo a přirozeně, musím jen souhlasit, ale na tak rozsáhlém území jako je VPV si spontánní sukcesi nedokáží představit. Zejména jak dlouho by trvala přeměna a vypadal vzhled nové krajiny? Proto se zde přikláním k technické rekultivaci, která nám může tak velký zdevastovaný prostor vrátit téměř do původního stavu v poměrně kratší době. Také nevylučuji, že by se určitě našla místa vhodná k ponechání spontánní sukcese a v rámci technických rekultivací ji propojit a začlenit do nové krajiny.

V diskuzi chci také zmínit, že SU a. s., zveřejňuje ve své publikaci „Tvorba nové krajiny na Sokolovsku“, že jejím zájmem je za využití rekultivačních činností vytvářet biologicky hodnotné ekosystémy, podporovat biodiverzitu a vytvářet

nové podmínky pro rekreační využití člověka. S tímto tvrzením musím jen souhlasit. SU a. s. se opravdu snaží začlenit poškozenou krajinu a obnovit tak krajinný ráz. V tomto směru SU a. s., využívá odborných studií zpracované odborníky z mnoha výzkumných subjektů např. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Česká zemědělská univerzita v Praze, Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Společnost ENKI, o. p. s.

Co vlastně chci sdělit předchozím odstavcem? SU a. s., ale i další společnosti vynaložily nemalé úsilí a finanční prostředky v tvorbě nové krajiny, které mají být z části znehodnoceny firmou BMW, která si vybrala část VPV ke stavbě testovacího polygonu pro autonomní vozidla (viz. obr. 28). Polygon má zabírat rozlohu více než 500 hektarů což představuje  $\frac{1}{4}$  rozlohy výsypky. Projekt má být hotový v roce 2022 v hodnotě 200 miliónů eur. Vedení Karlovarského kraje a sokolovský starosta si od projektu slibují zásadní význam pro rozvoj regionu (Kozohorský, 2017).

S tímto projektem osobně nesouhlasím. Nevím, jaký zásadní význam si zástupci regionu od projektu slibují. Snad jen snížení nezaměstnanosti v Karlovarském kraji. Avšak o nějaké atraktivitě Sokolovska, dle mého názoru, nelze uvažovat. Pravděpodobně dojde ke zvýšení dopravní zátěže hlavně pro Sokolov a přilehlé obce, na které nenavazuje žádný z obchvatů Sokolova. Zátěž na ŽP a obyvatelstvo bude v začátcích stavby značná. Jako hlavní důsledek vnímám ztrátu půdy, změnu koloběhu vody a zátěž pro složky ŽP.



Obr. 28: Vizualizace podoby zkušebního polygonu BMW Zdroj: [www.iDnes.cz](http://www.iDnes.cz)

## 11 Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo popsat druhy erozí, její příčiny, následky a faktory ovlivňující vznik eroze. V práci jsou popsány jednotlivé druhy protierozních opatření, které mají zpomalit nebo zcela úplně zastavit degradaci půdy způsobenou erozí.

Dalším cílem bylo představit oblast Velké podkrušnohorské výsypky (dále jen VPV), a to zejména IX. etapu. Na celé ploše 143,95 ha IX. etapy VPV bylo zapotřebí chránit půdu před působením zejména vodní eroze, a to realizací komplexních rekultivačních úprav. Především se jednalo o prudké svahy a bezodtokové deprese, které měli značný vliv na působení vodní eroze v dané lokalitě.

Dostupnou dokumentaci jsem prostudoval a na jejich základě jsem uskutečnil obchůzku dané lokality. Přičemž jsem provedl zhodnocení jednotlivých protierozních opatření v rámci zemědělské, lesnické a hydrické rekultivace. Co se týče zemědělské a hydrické rekultivace jsem neshledal nijak vážné nedostatky v použití protierozních opatření. Naopak je tomu v použití v lesnické rekultivaci, kdy vzhledem k použití dané rekultivace je z pohledu laika zcela nevhodný sklon, délka svahů. Dochází tak k velké ztrátě půdy, vysázeného porostu, ale i k ucpávání trubních propustků a zanášení koryt (viz. Příloha 4B a 4C). Podle sdělení Jana Ráže (2017) je na komplexní zhodnocení těchto prací příliš brzo. Celkové zhodnocení bude SU a. s. provedeno cca po 11 letech od ukončení rekultivace na dané etapě.

Po konzultaci s odborníky se domnívám, že práce byly odvedeny kvalitně, ale vzhledem k hydrofyzikálním vlastnostem použitých zemin, zcela nelze vyloučit dopad působení eroze. V počátečních etapách bych však upřednostňoval rekultivaci zemědělskou, která by změnila fyzikální a chemické vlastnosti půdy. Půda, by tak byla lépe připravená, jednak ochranným zatravněním, ale i složením půdy k realizaci lesnické rekultivace. Což by podpořilo plán SU a.s. na vytvoření biologicky hodnotných ekosystémů. Úpravu podmínek na výsypkách provádět tak, aby vedly k co největší podpoře diverzity a umožnily přežití vzácných a ohrožených druhů rostlin i živočichů.

Současná rekultivace a změna rázu místní krajiny na spíše rekreační - cyklostezky, vodní plochy určené pro veřejnost, parky, arboreta – je vítána občany, tak i mnou, jako pozitivní zahlazení důlní činnosti, která má v této oblasti již tradiční nálepku „měsíční krajina“. Proto si nemyslím, že by projekt firmy BMW a stavba testovacího polygonu bylo optimálním řešením pro danou lokalitu.

## 12 Přehled literatury a použitých zdrojů

Bejček V., Cibulka J., Falešník M., Kurfirst J., Macholdová E., Náprstek J., Novák J., Ondráček V., Řehoř M., Sixta J., Suchý B., Svoboda I., Štádler P., Šťastný K., Štýs S., Švejda J., 2003: Obnova krajiny na Bílinsku a Tušimicku. Severočeské doly a.s., Litvínov, 237 s.

Braniš M., 2004: Základy ekologie a ochrany životního prostředí. Nakladatelství Informatorium, Praha, 203 s.

Buzek L., 1983: Eroze půdy.: Pedagogická fakulta v Ostravě, Ostrava, 257 s.

Čermák P., Kohel J., Dederá F., 1999: Rekultivace území devastovaných báňskou činností v oblasti severočeského hnědouhelného revíru. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 93 s.

Dimitrovský K., Vesecký J., 1989: Lesnická rekultivace antropogenních půdních substrátů. Ministerstvo lesního a vodního hospodářství ČSR, Praha, 136 s.

Dimitrovský K., 2001: Tvorba nové krajiny na Sokolovsku. Sokolovská uhelná, a. s., Sokolov, 191 s.

Dufková J., 2007: Krajinné inženýrství. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 204 s.

Dvořák J., Novák L., Antal J., 1994: Soil conservation and silviculture. Elsevier, Amsterdam, 399 s.

Goudie S., Boardman J., 2010: Soil erosion. In: *Alcántara-Ayala I., Goudie S. (eds): Geomorphological hazards and disaster prevention*. Cambridge University Press, Cambridge, 177 – 188 s.

Holý M., 1994: Eroze a životní prostředí. České vysoké učení technické, Praha, 383 s.

Janeček M. a kol., 2002: Ochrana zemědělské půdy před erozí. ISN Nakladatelství Praha, Praha, 201 s.

Janeček M. a kol., 2008: Základy erodologie. Česká zemědělská univerzita, Praha, 165 s.

Janeček M. a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Česká zemědělská univerzita, Praha, 114 s.

Jiskra J., 2005: Johann David Edler von Starck a jeho podíl na rozvoji hornictví a průmyslu v západních a severozápadních Čechách koncem 18. a v 19. století, Krajské muzeum Sokolov, Sokolov, 238 s.

Jiskra J., 2010: Velká kniha hornictví Karlovarského kraje, Tiskárna a studio OKO, Svatava, 351 s.

Jůva K., Cablík J., 1954: Protierosní ochrana půdy. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 254 s.

Kadlec V., Řeháček D., 2014: Navrhování technických protierozních opatření: metodika. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 101 s.

Kluibr J., 2010: Meliorace II., Střední rybářská škola a Vyšší odborná škola vodního hospodářství a ekologie. Vodňany, 90 s.

Kokolia V., Kos M., 1989: Protierozní oseední postupy. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha, 32 s.

Krátký Š., 1954: Uhlí jako chemická surovina. Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 133 s.

Novotný I., 2014: Příručka ochrany proti vodní erozi. Ministerstvo zemědělství, Praha, 73 s.

Pasák V., 1970: Větrná eroze půdy. Výzkumný ústav meliorací, Praha, 186 s.

Pasák V., 1984: Ochrana půdy před erozí. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 160 s.

Podhrázká J., Dufková J., 2005: Protierozní ochrana půdy. Mendlova zemědělská a lesnická univerzita Agronomická fakulta, Brno, 99 s.

Podhrázká J., Dufková J., 2008: Protierozní ochrana půdy. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 85 s.

Shao Y., 2008: Physics and Modelling of Wind Erosion. Springer Science & Business Media, Berlín, 456 s.

Schmidt J., 2000: Soil erosion, Application of physically based models. Springer – Verlag, Berlín, 321 s.

Slavík L., 2000: Biotechnické úpravy v krajině. Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Fakulta životního prostředí, Ústí nad Labem, 225 s.

Štýs S. a kol., 1981: Rekultivace území postižených těžbou nerostů. Nakladatelství technické literatury, Budapešť, 678 s.

Štýs S., 1990: Rekultivace území devastované těžbou nerostů. Nakladatelství technické literatury, Praha, 186 s.

Švéda K., 1987: Hornictví II. Nakladatelství technické literatury, Praha, 263 s.

Toy T. J., Foster G. J., Rerand K. G., 2002: Soil erosion: processes, prediction, measurement and control. John Wiley and Sons, New York, 341 s.

Vráblíková J., Vráblík P., 2008: Aplikovaná pedologie. Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Ústí nad Labem, 147 s.



## 12.1 Internetové zdroje

Český hydrometeorologický ústav (online) [cit. 2017. 07. 01.], dostupné z: <<http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky>>.

Český hydrometeorologický ústav (online) [cit. 2017. 07. 01.], dostupné z: <<http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-teploty>>.

Kozohorský P., 2017: Potvrzeno BMW bude testovat své autonomní vozy u Sokolova (online) [cit. 2017. 07. 01.], dostupné z: <[https://vary.idnes.cz/karlovarsky-kraj-sokolov-vysypka-bmw-polygon-autonomni-pev-/vary-zpravy.aspx?c=A171215\\_145941\\_vary-zpravy\\_prz](https://vary.idnes.cz/karlovarsky-kraj-sokolov-vysypka-bmw-polygon-autonomni-pev-/vary-zpravy.aspx?c=A171215_145941_vary-zpravy_prz)>.

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i., ©2017: Praha: Půdní služba, Poskytování dat (online) [cit. 2017. 07. 01.], dostupné z: <<http://www.vumop.cz/poskytovani-dat>>.

## 12.2 Ostatní zdroje - rozhovory

- Téma: Charakteristika VPV, geologické, klimatické podmínky, složení výsypkového substrátu.

**Ing. Zdeněk Immer**, SU a. s.; sekce Hlavní inženýr – technický pracovník;  
rozhovor proběhl dne 29. 12. 2017 v 11:00 hodin ve Vintířově.

- Téma: Výsypky a jejich odvodnění.

**Ing. Jiří Leitgeb, CSc.** ARCH 93, s. r. o.  
rozhovor proběhl dne 21. 8. 2017 v 8:45 v Karlových Varech.

- Téma: Vstupní informace k VPV, rekultivace, koncepce a řešení rekultivačních prací, poskytnutí fotografií.

**Jan Ráž**, sekce Báňský rozvoj SU a. s., vedoucí technolog  
rozhovor proběhl dne 15. 7. 2017 v 9:00 ve Vintířově.

- Téma: Zapůjčení projektové dokumentace IX. etapy VPV.

**Jan Ráž**, sekce Báňský rozvoj SU a. s., vedoucí technolog  
rozhovor proběhl dne 14. 10. 2017 v 15:00 ve Vintířově.

- Téma: Celkové zhodnocení rekultivací a poskytnutí dat rekultivací.

**Jan Ráž**, sekce Báňský rozvoj SU a. s., vedoucí technolog  
rozhovor proběhl dne 28. 2. 2018 v 10:00 ve Vintířově.

## 13 Seznam tabulek

- Tab. č. 1: *Výhody a nevýhody - povrchová těžba a hlubinná těžba*
- Tab. č. 2: *Porovnání tvaru výsypky o celkovém objemu 150. 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>*
- Tab. č. 3: *Plochy ukončených rekultivací na VPV*
- Tab. č. 4: *Průměrné teploty (v °C) v Karlovarském kraji*
- Tab. č. 5: *Průměrný úhrn srážek (v mm) v Karlovarském kraji*
- Tab. č. 6: *Navržená výsadba – sortiment a množství*

## 14 Seznam obrázků

- Obr. 1: *Potenciální ohroženost zemědělské půdy vodní erozí*
- Obr. 2: *Potenciální ohrožení zemědělské půdy větrnou erozí*
- Obr. 3: *Tvary svahů*
- Obr. 4: *Příklady uspořádání výsypek*
- Obr. 5: *Půda Podkrušnohorské výsypky IX. etapa*
- Obr. 6: *Běžná půda Karlovarského kraje*
- Obr. 7: *Projevy eroze na VPV*
- Obr. 8: *Projevy eroze na VPV*
- Obr. 9: *Letecký snímek VPV, srpen 2012*
- Obr. 10: *Podélný řez Sokolovskou pánví*
- Obr. 11: *Jíly VPV*
- Obr. 12: *Jíly VPV*
- Obr. 13: *Odvodnění tělesa výsypky*
- Obr. 14: *Etapy rekultivací VPV*
- Obr. 15: *Projektová dokumentace rekultivace IX. Etapy*
- Obr. 16: *Retenční nádrže N1a N2*
- Obr. 17: *Lichoběžníkový příkop*
- Obr. 18: *Trubní propustek*
- Obr. 19: *Eroze v lesnické rekultivaci*
- Obr. 20: *Stržová eroze*
- Obr. 21: *Výmolová eroze*
- Obr. 22: *Zanešení lichoběžníkového koryta*
- Obr. 23: *Vymletý břeh retenční nádrže N2*
- Obr. 24: *Zanešená retenční nádrž N2*
- Obr. 25: *Ucpaný propustek*
- Obr. 26: *Eroze na hospodárnících*
- Obr. 27: *Zamokření zemědělské rekultivace*
- Obr. 28: *Vizualizace podoby zkušebního polygonu BMW*

# 15 Obrázkové přílohy

## Seznam obrázkových příloh

- **Příloha č. 1 – Lokalita Podkrušnohorská výsypka**  
Zdroj: SU a.s.
- **Příloha č. 2 A - Systém odvodnění**  
Zdroj: SU a.s.
- **Příloha č. 2 B - Systém odvodnění**  
Zdroj: SU a.s.
- **Příloha č. 3 - Eroze v hydrické rekultivaci**  
Zdroj: Foto Jan Zábojník
- **Příloha č. 4 A - Eroze v lesnické rekultivaci – hospodárnice**  
Zdroj: Foto Jan Zábojník
- **Příloha č. 4 B - Eroze v lesnické rekultivaci – hospodárnice**  
Zdroj: SU a.s.
- **Příloha č. 4 C - Eroze v lesnické rekultivaci – hospodárnice**  
Zdroj: SU a.s.
- **Příloha č. 5 A - Eroze v lesnické rekultivaci**  
Zdroj: Foto Jan Zábojník
- **Příloha č. 5 B - Eroze v lesnické rekultivaci**  
Zdroj: Foto Jan Zábojník
- **Příloha č. 5 C - Eroze v lesnické rekultivaci**  
Zdroj: Foto Jan Zábojník
- **Příloha č. 5 D - Eroze v lesnické rekultivaci**  
Zdroj: Foto Jan Zábojník; SU a.s.
- **Příloha č. 5 E - Eroze v lesnické rekultivaci**  
Zdroj: Foto Jan Zábojník; SU a.s.











**Příloha č. 4 A - Eroze v lesnické rekultivaci – hospodárnice**

Zdroj: Foto Jan Zábojník



**Příloha č. 4 B - Eroze v lesnické rekultivaci – hospodárnice**

Zdroj: SU a.s.



**Příloha č. 4 C - Eroze v lesnické rekultivaci – hospodárnice**

Zdroj: SU a.s.



## Příloha č. 5 A - Eroze v lesnické rekultivaci

Zdroj: Foto Jan Zábajník



**Příloha č. 5 B - Eroze v lesnické rekultivaci**

Zdroj: Foto Jan Zábajník



**Příloha č. 5 C - Eroze v lesnické rekultivaci**

Zdroj: Foto Jan Zábajník



**Příloha č. 5 D - Eroze v lesnické rekultivaci**



Zdroj: Foto Jan Zábojník



Zdroj: SU a.s.



## Příloha č. 5 E - Eroze v lesnické rekultivaci



Zdroj: Foto Jan Zábojník

Zdroj: SU a.s.



Zdroj: Foto Jan Zábojník