

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Katedra aplikované ekologie



Biomasa nelesních společenstev na Velké podkrušnohorské výsypce

Diplomová práce

Zpracovala: **Bc. Nicole Bučková**

Vedoucí práce: **Ing. Ondřej Cudlín, Ph.D.**

datum 7. 4. 2013

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra aplikované ekologie

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bučková Nicole

Regionální environmentální správa - kombinované Praha

Název práce

Biomasa nelesních společenstev na Velké podkrušnohorské výsypce

Anglický název

Biomass of grasslands vegetation on the Great podkrušnohorská spoil heap

Cíle práce

Cílem práce je porovnat biomasu a diverzitu vybraných nelesních vegetačních společenstev na Velké podkrušnohorské výsypce a podobných společenstev mimo výsypku.

Metodika

1. Sledování biomasy nelesních rostlinných společenstev na Velké podkrušnohorské výsypce. Budou sledovány rekultivované i sukcesní plochy. Kontrolní plochy budou vymezeny mimo plochu výsypky.
2. Biomasy budou odebírány minimálně jednou za vegetační sezónu v době maximální biomasy.
3. Odebrané biomasy rostlinných společenstev budou zváženy v čerstvém a suchém stavu.
4. Ze získaných výsledků biomasy bude odhadnuta produktivita jednotlivých nelesních společenstev na jednotlivých plochách. Bude porovnána biomasa rostlinných společenstev na výsypce a mimo výsypku.

Harmonogram zpracování

květen 2012 - terénní observace, uvedení metodik

červen - září 2012 - terénní práce

říjen - listopad 2012 - zpracování výsledků

prosinec 2012 - první verze DP

březen 2013 - finální diplomová práce

Rozsah textové části

50 stran včetně příloh

Klíčová slova

biomasa, rekultivace, území po těžbě, sukcese

Doporučené zdroje informací

Pecharova, E., Hezina, T., Prochazka, J., Prikryl, I., Pokorny, J., 2001: Restoration of spoil heaps in Northwestern Bohemia using wetlands. Transformations of Nutrients in Natural and Constructed Wetlands. In: Vymazal J. (ed.), 2001: Transformations of Nutrients in Natural and Constructed Wetland. Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers, pp. 129-142.

Moravec, J. a kol., 2004: Fytcenologie. Academia.

Prach, K.(ed.), 2010: Výsypky. In: Řehounek, J., Řehounková, K., Prach, K., 2010: Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, České Budějovice, pp 15-35.

Rychnovská, M. a kol., 1987: Metody studia travinných ekosystémů. Academia.

Štýs a kol., 1981: Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. SNTL, Praha.

**Vedoucí práce**

Cudlín Ondřej, Ing., Ph.D.

Konzultant práce

Doc. RNDr. Emílie Pecharová, CSc.




prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry



V Praze dne 25.10.2012



prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan fakulty

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji tímto, že jsem celou tuto diplomovou práci vypracovala sama a veškeré citace a prameny vyznačila v textu. Všechna použitá literatura a podkladové materiály jsou uvedeny v příloženém seznamu literatury.

V Praze dne

Podpis: Bc. Nicole Bučková

.....

PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych především velice poděkovat svým rodičům za podporu a to nejen psychickou, ale i materiální. Dále děkuji svému bratrovi Adamovi za trpělivost a pomoc se zpracováním dat.

Děkuji i svému přítelovi Martinovi za podporu a účast při jednom odběru biomasy.

Velmi děkuji Janu Timkovi za jeho účast téměř na všech mých odběrech.

V neposlední řadě děkuji vedoucímu mé práce Ing. Ondřejovi Cudlínovi, Ph.D. za ochotu a odbornou pomoc.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá určením primární produkce biomasy nelesních společenstev na území Velké prokrušnohorské výsypky (v západních Čechách) a mimo ni. Cílem bylo nejen pomocí sběru stanovit množství biomasy, ale určit i produkční rozdíly mezi jednotlivými biotopy na výsypce a mimo ni. Celkem bylo vybráno 11 ploch, kdy 4 plochy zastupovaly louky (z toho 1 plocha byla kontrolní, mimo výsypku), 3 plochy sukcesní plochy a 4 plochy mokřady (z toho jedna plocha kontrolní). Biomasa byla odebrána pomocí metody destruktivního stanovení nadzemní biomasy. Odběry mokré biomasy byly provedeny celkem 3x a to 26. května 2012, 11. srpna 2012 a 9. září 2012. Pouze při odběru v měsíci srpnu bylo odebráno všech 11 ploch, kdy byla nejvyšší produkce mokré biomasy. Biomasa byla po odběru dělena na 4 kategorie a každá tato kategorie byla zvlášť vážena a to nejen v mokřém stavu, ale i následně po vysušení jako sušina.

Pro statistické určení výsledků sušiny byla použita metoda neparametrického testu Kruskal-Wallis Anova v programu STATISTICA 10 na 5% hladině významnosti. Dále bylo užito testování post-hoc testem (Multiple comparisons of mean ranks for all groups).

Výsledky neprokázaly významný rozdíl mezi jednotlivými biotopy a ani neprokázaly jednoznačně nejvyšší produktivitu lokalit mimo výsypku. Výše produkce se výrazně lišila jen mezi některými jednotlivými plochami biotopů.

Klíčová slova: biomasa, rekultivace, území po těžbě, sukcese

Abstract

This thesis deals with determination of primary biomass production of grassland vegetation on the Great podkrušnohorská spoil heap (in West Bohemia) and beyond. The goal was not only to determine the total amount of biomass production but also determine the differences production on spoil heap and beyond. Were selected 11 areas where the 4 areas represent meadows (of which 1 was the control area, outside the dump), 3 succession areas and 4 wetlands areas (of which 1 was the control area). Biomass was collected by using the destructive determination of aboveground biomass.

The cutting was done 3 times (26 May, 11 August and 9 September 2012). Only in August by cutting of all 11 areas were taken the highest production of wet biomass. After sampling was biomass divided into 4 categories and each of these biomass was weighed separately and not only in the wet state, but also after drying. For statistical assessment of the results of dry matter was used non-parametric test Kruskal-Wallis ANOVA in STATISTICA 10 to 5% level of significance. Further testing was used by post-hoc test (Multiple Comparisons of mean ranks for all groups).

The overall results showed insignificant difference between biotopes and did not prove that biotopes beyond spoil heap having higher production than biotopes on spoil heap. The total amount of production were different only between individual biotopes.

Key words: *biomass, land reclamation, land after mining, succession*

OBSAH

Abstrakt

Abstract

1. Úvod.....	-9-
2. Cíl práce.....	-9-
3. Literární rešerše.....	-10-
3.1 Devastace krajiny.....	-10-
3.1.1 Krajina dotčená těžbou hnědého uhlí.....	-12-
3.1.2 Legislativa.....	-13-
3.2 Výsypky po těžbě hnědého uhlí.....	-14-
3.2.1 Organismy na výsypce.....	-16-
3.2.2 Rostlinstvo výsypek.....	-16-
3.3 Biomasa.....	-17-
3.4 Přirozená sukcese.....	-17-
3.5 Rekultivace.....	-19-
3.6 Vývoj na Sokolovské pánvi.....	-23-
3.7 Velkolom Jiří.....	-24-
3.8 Velká podkrušnohorská výsypka.....	-25-
4. Metodika.....	-27-
4.1 Statistické zpracování dat.....	-37-
5. Výsledky.....	-38-
5.1 Statistické výsledky.....	-52-
6. Diskuze.....	-55-
7. Závěr.....	-58-
Literatura.....	-59-
Seznam obrázků.....	-68-
Přílohy	

1. Úvod:

V dnešní době je jakékoli téma zabývající se těžbou a jejími důsledky velice diskutované. Problém těžby je problémem celé společnosti a právě proto se odborníci snaží brát v potaz i to, jak následná krajina na lidi působí.

Vytěžená zemina se hromadí buď v bezprostřední blízkosti lomu, nebo se odváží mimo místo těžby. Ať tak či onak po povrchové těžbě vznikají jámy a haldy neboli výsypky. A to má za následek krajinu nazývanou jako tzv. měsíční krajina.

Tento problém odborníci řeší rekultivací. Díky rekultivaci je krajina navracena do stavu, v jakém byla před započatím těžby nebo se alespoň jedná o obnovu přírodě co nejbližší.

V současné době se ale setkáme i s názory, že rekultivovat není třeba, neboť díky spontánní sukcesi se příroda obnoví sama. Zda krajinu rekultivovat či ponechat spontánní sukcesi tak bývá hlavní otázkou všech odborníků zabývajících se krajinou zasaženou těžbou.

V této diplomové práci se ale budu rekultivací zabývat jen okrajově. Obsahem je porovnání produkce biomasy na výsypce, konkrétně Velké podkrušnohorské výsypce, s produkcí biomasy v kulturní krajině. Jako zájmové biotopy byly vybrány louky, mokřady a sukcesní plochy.

V obecné části nastíním vznik výsypek jako důsledek těžby, jejich obnovu a budu se zabývat i popisem lomu Jiří a jeho vnější výsypkou – Velkou podkrušnohorskou výsypkou.

V odborné části pak přesně popíši provedené úkony při sběru, třídění a vážení mokré i suché biomasy. Závěrem bude porovnání vývoje biomasy na výsypce a mimo ni.

2. Cíl práce:

1. Stanovit produkci biomasy na vybraných biotopech sběrem biomasy.
2. Zjistit rozdíly mezi produkcí biomasy na plochách na výsypce a mimo ni. A to rozdíly jak mokré tak suché biomasy.

3. Literární rešerše:

3.1. Devastace krajiny:

Nejprve je potřeba si vymežit pojem krajina. Krajina má ale přemíru různých definic, liší se tím, k jakému účelu je definice určena, ale i kým je definována. Pro naše účely jsem tedy zvolila definici předního odborníka zabývající se krajinným plánováním, ale i krajinnou ekologií apod. Dle Skleničky (2003) je krajina velice složitý systém, jenž není možno dělit dle jednotlivých funkcí na jednotlivé části, ale je důležité nahlížet na něj jako na uspořádaný celek, kdy je potřeba k určení jeho stavu a vlastností zohlednit veškeré možné části, tvořící právě pak tento celek.

Krajina je vše co vidíme kolem sebe, když se podíváme z rozhledny. Krajina je tedy prostě řečeno vše, co nás obklopuje a je všude kolem nás. A záleží právě jen na nás, jaká ta krajina bude. Bohužel ji člověk spíše ničí než chrání (Obr. 1).

Intenzita zásahu člověka v krajině	
Kulturní krajina	<ul style="list-style-type: none">▪ Vztah mezi složkami přírodními a antropogenními se blíží harmonickému stavu▪ Autoregulační schopnost je zachována
Narušená kulturní krajina	<ul style="list-style-type: none">▪ Stabilita přírodních složek je narušena člověkem▪ Existence částečné autoregulace
Degradace prostředí	<ul style="list-style-type: none">▪ Dlouhodobé a intenzivní působení stresového faktoru▪ Vyšší míra narušení stability přírodních složek▪ Částečná autoregulační schopnost▪ Přechodného či trvalého charakteru▪ Při ústupu zátěže může dojít k regeneraci - návratu k autoregulaci a k obnově ekologické rovnováhy krajiny
Devastace	<ul style="list-style-type: none">▪ Znehodnocování a ničení přírodního prostředí a jeho složek▪ Likvidace části půdy i rostlinstva▪ Struktura zcela přeměněna▪ Přírodní složky zničeny▪ Vyloučena autoregulace, neexistuje homeostáze▪ Obnova možná vkladem energie (biotechnická opatření)
Ekologická katastrofa	<ul style="list-style-type: none">▪ Nejsou naplňovány elementární potřeby živého systému▪ Podmínky biologické reprodukce systému zanikají

Obr. 1: Zásahy člověka do krajiny (Vráblíková et al., 2008)

Devastovaná krajina má zcela jinou strukturu než přírodní krajina, není zde žádná schopnost samořízení či jinak řečeno autoregulace, velkým problémem je i absence vyváženosti krajiny a schopnosti reagovat na vnější vlivy (Vráblíková et al., 2008).

Devastovaná krajina nemá převážně souvislý vegetační kryt (Broumová et al., 2007). Vegetační kryt ale hraje v krajině důležitou roli při transformaci sluneční energie na povrchu země – ať již jako skupenské teplo vypařování či jako tepelný tok

do země (Pokorný, 2001 IN Brom et al., 2012). Způsob přeměny sluneční energie na aktivním povrchu má ale i významný dopad na formování lokálního klimatu (Pokorný et al., 2010 IN Brom et al., 2012). Vegetační kryt má také významný dopad na oběh vzduchu v mezní vrstvě atmosféry (McPherson, 2007 IN Brom et al., 2012) na klima a také na hydrologický režim území (Piao et al., 2007 IN Brom et al., 2012). Díky možnosti ochlazovat povrch při evapotranspiraci (Fitter a Hay, 2002 IN Brom et al., 2012) a schopnosti udržet vodu v půdě (Domec et al, 2010 IN Brom et al., 2012), může vegetace stabilizovat teplotu a hydrologický režim území (Brom et al, 2012).

V případě kdy zde vegetační kryt tedy chybí, stává se z naší krajiny oblast podobná poušti – suchá a přehřátá slunečním zářením přeměněným na teplo. Takovými místy jsou jistě převážně výsypky či jámy vzniklé po těžbě (Broumová et al., 2007).

Příroda ale může být devastována tak říkajíc sama, například erozí. Přírozená eroze dala vznik zemědělsky využitelným pozemkům, problémem je ale nadměrná eroze. Člověk ji způsobuje hlavně změnou využití území, scelováním pozemků, ale i pěstováním nevhodných plodin. Erozi můžeme pak dělit na vodní, větrnou, ledovcovou a gravitační. Všechny tyto druhy pak více či méně způsobují devastaci krajiny (Obr. 2) (Zemědělský svaz ČR, 2011).



Obr. 2: Devastovaná krajina v okolí města Most – lom Vršany (autorské foto, říjen 2012)

3.1.1. Krajina dotčená těžbou hnědého uhlí:

Těžba je nezbytným prostředkem k získávání nerostných surovin a ty jsou pro lidstvo nenahraditelným artiklem. Dobývání nerostných surovin má na krajinu ale nedozírné negativní dopady (Obr. 3).

Jak zasahuje těžba do krajiny	
Proměny krajiny	<ul style="list-style-type: none">▪ Vznik nového reliéfu▪ Změna stratigrafických poměrů▪ Narušení hydrogeologických poměrů▪ Devastace pedosféry – orníční a podorníční vrstvy▪ Ovlivnění atmosféry, mikroklimatu a kvality ovzduší▪ Narušení biosféry (fytocenóz, zoocenóz a mikrobiálních cenóz)
Recentní útvary	<p>Po těžbě zůstávají:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Zbytkové jámy▪ Výsypky <p>Charakteristika recentních útvarů</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Ekologicky extrémní▪ Nestabilní a neproduktivní ekosystémy

Obr. 3: Vliv těžby na krajinu (Vrábliková et al., 2008)

Zatímco černé uhlí se dobývá především podpovrchovou těžbou, při níž vznikají šachty a její výtěžnost je jen něco mezi 45-50%, hnědé uhlí se těží povrchovým způsobem a její výtěžnost je až 90% (Maňour, 2001). Získávání hnědého uhlí povrchovou těžbou je obecně spojeno s rozsáhlou devastací území (Recher 1989 IN Tajovský 2001). Tímto druhem těžby je množství materiálu pokrývající uhlí vytěžené a uložené v ohromných horách zeminy. Tyto haldy a těžební jámy pokrývají velké oblasti (například více než 6000 ha v Sokolovském hnědouhelném revíru, což je jedna z hlavních těžebních oblastí České republiky) a všechny ekosystémy zde jsou zničeny - vyhloubením nebo zasypaním (Helingerová et al., 2010). Pouze v oblasti Sokolovska byla těžba doprovázena ukládáním okolo 30-50 milionu kubických metrů vytěžené zeminy ročně a okolní území je tak v současné době okupováno externími skládkami (Kuráž et al., 2012).

Největšími nalezišti hnědého uhlí jsou západní a severní Čechy a proto se zde nachází mnoho výsypek ať již nerektivovaných nebo naopak rektivovaných (Broumová et al., 2007). V České republice je možno hnědé uhlí včetně lignitu (nejméně karbonizované hnědé uhlí) těžit na osmi různých pánvích. V současné době je hnědé uhlí těženo jen na Jihomoravské lignitové pánvi, Severočeské hnědouhelné pánvi (SHP) a pro nás v této práci nejdůležitější – Sokolovské hnědouhelné pánvi (SP) (Historie Litvínovska, 2013).

Zajímavým faktem je, že zatímco na Mostecku, které patří do Severočeské hnědouhelné pánve, se začalo s těžbou již na úplném začátku 15. století (přibližně v roce 1403), na území Sokolovské hnědouhelné pánve to bylo o mnoho let později. A to pravděpodobně v okolí královského města Locket v roce 1642 (Jiskra, 2000 IN Pecharová et al., 2008). První zmínka o těžbě uhlí v okolí dnešní Velké podkrušnohorské výsypky se datuje teprve k roku 1760. Vývoj moderního těžení uhlí

povrchovou těžbou byl započat roku 1871, kdy byla dokončena stavba železnice (Rothbauer et al., 2003).

Jelikož se budeme zabývat výzkumem na Velké podkrušnohorské výsypce, zmíním se zde o Sokolovské hnědouhelné pánvi. Sokolovské formace jsou děleny na spodní část obsahující Josefovo uhelné sloje, střední část obsahuje Anežčiny uhelné sloje a Antonínovo uhelné sloje, a nakonec horní část se pak skládá z jezerních sedimentů (Klomínský, 1995 IN Kříbek et al., 1998). Dá se tedy říci, že Sokolovská pánev má dvě slojová souvrství přičemž nejvýznamnější protože nejmočnější je uhelná sloj Antonín. Uhlí ze sloje Antonín se vyznačuje vysokým obsahem vody a nízkým množstvím síry (Pecharová et al., 2008).

3.1.2 Legislativa:

Aby po těžbě nezůstala jen zničená krajina, musí se každý provozovatel těžby zavázat k tomu, že místo těžby uvede zpět do původního stavu či alespoň co nejlíže přírodě podobnému stavu. Na to mu slouží finanční prostředky, které podle zákona musí ze svých příjmů vyčlenit, právě na rekultivace. Jedná se konkrétně o zákon č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství, v platném znění, který přímo říká, že provozovatel těžby zajistí sanaci a následnou rekultivaci, a to na všech pozemcích, jichž se těžba nějakým způsobem dotkla. Podle § 37a se tomuto úkonu říká Vytváření finančních rezerv. Výše rezervy i její následné povolení ji čerpat je schvalována Obvodním báňským úřadem (Kryl et al., 2002).

Tyto finanční rezervy jsou tvořeny jen pro těžbu na tzv. výhradních ložiscích – tj. při těžbě výhradních nerostů. Menší těžebny na tzv. nevýhradních ložiscích jsou pak povolovány podle stavebního zákona 183/2006, kdy se finanční rezerva netvoří (Řehounek et al., 2010). Rozdělení nerostů na výhradní a nevýhradní se řídí dle tzv. Horního zákona č.44/1988 Sb. (viz výše). Čili i například všechny druhy uhlí jsou výhradním nerostem. Při pochybnostech zda se jedná o výhradní či nevýhradní ložisko má pravomoc rozhodnout Ministerstvo průmyslu a obchodu ve spolupráci s Ministerstvem životního prostředí (viz zákon 44/1998 Sb.). Výhradní ložiska nerostů jsou tedy ta, jež jsou ve vlastnictví státu, aniž by záleželo na tom, komu pozemek patří (Vysoká škola báňská, 2013).

Další důležitý zákon je zákon 100/2001 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí neboli zákon EIA, jež nám povoluje nebo naopak těžbu zakazuje. A jelikož rekultivační úpravy jsou považovány za stavební činnosti, musíme se řídit i zákonem č. 50/1976 o územním plánování a stavebním řádu, ve znění pozdějších předpisů, který upravuje způsob asanačních a rekultivačních činností, (Ministerstvo životního prostředí, 2013).

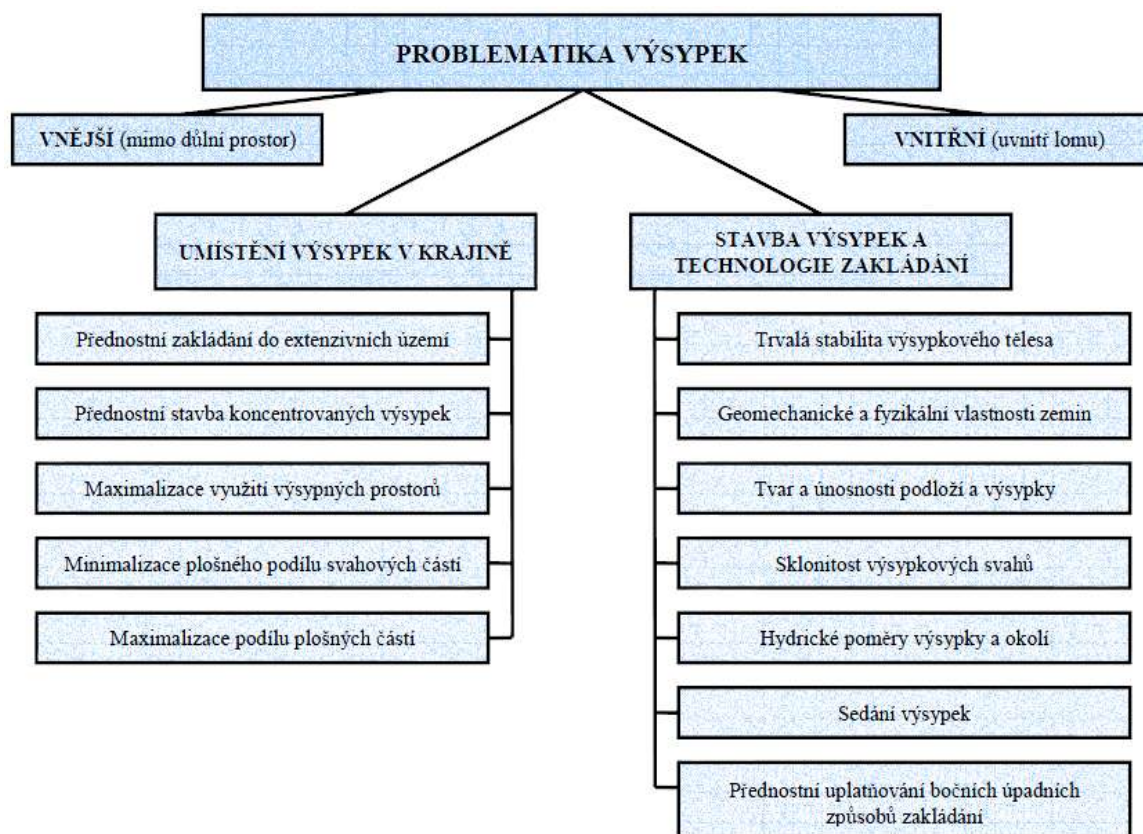
Obecně lze říci, že na obnovu 1 ha je potřeba přibližně 1 milion Kč, nejedná se tedy o žádné zanedbatelné částky (z přednášky Ing. Jana Sixty, CSc.).

Problémem rekultivace je však v dnešní době spíše náročný a zdlouhavý biologický průběh. Jako příklad zdařilé rekultivace bych mohla zmínit město Most. Původní město Most bylo srovnáno se zemí, pro své bohaté nerostné suroviny nacházející se pod ním. Zachován byl jen kostel Nanebevzetí Panny Marie z poloviny 16. století, jež byl cca o 800 metrů přesunut po kolejnici (z přednášky Ing. Jana Sixty, CSc.). Nutno říci, že na svou dobu bylo toto přesunutí velice náročné a proto i unikátní.

3.2. Výsypky po těžbě hnědého uhlí:

Termín výsypka označuje místo, kde je uložena nebo spíše nahromaděna vytěžená zemina včetně hornin, vznikající jako důsledek dobývání nerostů (Sýkorová a Šťastný, 2008). Těmto masám zeminy se říká haldy či odvaly, podle způsobu jakým dobýváním vznikly. Haldy neboli výsypky vznikají povrchovou těžbou a odvaly hlubinnou těžbou. Výsypky se pak dělí na vnitřní a vnější v závislosti na tom, kam je tato zemina uložena (Obr. 4). Vnitřní výsypkou rozumíme výsypku, jež je soustředěna ve vnitřním prostoru těžební oblasti. Oproti tomu je tak vnější výsypka umístěna mimo prostor těžební oblasti (Volný, 1985 IN Sýkorová, Šťastný, 2008). To je případ i naší vybrané výsypky, jež je vnější výsypkou povrchového dolu Jiří a je tedy umístěna mimo těžební oblast.

Před započítáním těžby se nesmí zapomenout na určení místa, kam se bude ukládat vytěžená zemina, čili plány na vznik vnějších či vnitřních výsypek jsou nedílnou součástí tzv. Plánů otírky, přípravy a dobývání (POPD) každého lomu. Důležité je, aby byly tyto výsypky nasypány tak, aby se daly následně přetvořit na co nejvíce estetickou krajinu (Kryl et al., 2002).



Obr. 4: Problematika výsypek (Vrábliková et al., 2008)

Další možné dělení výsypek je dělení dle výškové úrovně a to na výsypky podúrovňové, úrovňové a nadúrovňové. Z názvů vyplývá, že podúrovňové výsypky nejsou nahromaděny do úrovně původního okolního reliéfu, úrovňové jsou pak ve výšce původního okolního reliéfu a nadúrovňové tento reliéf převyšují (Volný, 1985 IN Sýkorová, Šťastný, 2008).

Studie Řehounek et al.,(2010) uvádí, že rozloha území výsypek vzniklých těžbou hnědého uhlí je celkově cca 270 km², na Sokolovsku se pak jedná o cca 90 km². A to není započteno území poničené těžbou. Celkově se pak počet výsypek odhaduje na asi 70. Toto číslo je samozřejmě jen přibližné, protože nelze vždy přesně určit počátek a konec výsypky. Na Sokolovsku nalezneme několik malých výsypek a jednu rozsáhlou výsypku a to Velkou podkrušnohorskou výsypku (Řehounek et al., 2010). Ta vznikla sloučením několika menších vnějších výsypek lomu Jiří (Brom et al., 2012).

Právě zde byl veliký problém s nedostatkem místa pro nasypávání zemin a tak bylo zabráno velké prostranství kolem lomu Jiří – především plochy nezemědělské povahy, se špatnými půdními vlastnostmi, svažité či jinak nestabilní. Což se následně ukázalo jako problém, hlavně způsobováním sesuvů a průtrží.

Nalezneme zde ale i vnitřní výsypky, ale ve velmi malé míře (Kryl et al., 2002).

Pro sokolovské výsypky jsou typické usazené nezpevněné horniny jílu, nazývané jako tzv. cyprisové série (Řehounek et al., 2010). Proto je v dnešní době tolik dbáno na dodržování technologický postupů zakládání. Ty spočívají v nepřekračování kritické výšky zakládání, dodržování určených šířek výsypky, dodržování sklonů ale i urovnávání výsypky, aby zde nevznikaly kaluže. Velmi důležité je především pak zakládání po vrstvách, jelikož zde dochází k rozpadu zrn zemin a to přispívá ke zpevnění povrchu výsypky. Zeminy se dělí podle toho, zda výsypku zpevňují nebo destabilizují na vhodné a nevhodné. Tyto nevhodné zeminy se v našem revíru vyskytují především v hloubce do 20-40 metrů a jsou tvořené sprašemi a hlínami (Kryl et al., 2002).

Problémem výsypek je především ale odstranění původní vegetace, což vede k nerovnováze ekosystémové i funkční. Tato místa převážně odvodněná se pak podobají pouštím. Výsledkem bývá suchá, vyprahlá krajina s nedostatečnou vegetační pokryvností či s téměř žádnou vegetací. Důvodem je to, že se na těchto místech bez vegetace a vody mění sluneční záření na teplo, jelikož zde neexistuje žádný výpar vody (Broumová et al., 2007). Tím tedy dochází k přehřívání půdy a vzniku nevhodných podmínek pro růst rostlin.

Dalším důsledkem těžby je vznik jam. Jámy stejně jako výsypky jsou součástí tzv. měsíční krajiny. Řešení jak jámy odstranit je několik: (1) naplnění jam vytěženou zeminou, (2) zaplavení vodou, (3) ponechání jam prázdných. Vzhledem k umístění a velikosti jam v souvislosti s těžbou hnědého uhlí se jejich naplnění zeminou jeví jako ekonomicky neproveditelné. Navíc k jejich naplnění by musela být použita vytěžená zemina, která je již tou dobou většinou rekultivována v rámci hald. Naproti tomu ponechání jam prázdných je ekonomicky nenáročné, ale jsou zde problémy bezpečnostní – stabilita svahů a zajištění řádné vodohospodářské bilance. Proto optimální řešení spočívá v rychlém zaplavení jam povrchovou vodou. (Svoboda et al., 2008). Příkladem takovéto jámy v Sokolovském revíru je jezero Medard. To má po celkovém naplnění a upravení okolního terénu sloužit jako rekreační středisko. Těžba v tomto lomu byla ukončena roku 2000. Od roku 2008 pak bylo ukončeno čerpání důlní vody a od roku 2010 je jezero plněno vodou z řeky Ohře. Hladina vody má dosáhnout 400 m. n. m. a rozloha až 493 ha. Délka má být přibližně 4 km a šířka 1,5 km. Kvůli nízkému přítoku z řeky Ohře však ještě není jezero zcela naplněno (Sokolovská uhelná, 2013).

3.2.1. Organismy na výsypce:

Přestože by se mohlo zdát, že jsou výsypky zcela mrtvé krajiny, není tomu tak. Ihned po nasypání jsou výsypky osídleny mikroorganismy. Tomuto procesu se říká spontánní sukcese. A v tomto případě se jedná o sukcesi primární, jelikož je osídlováno území bez jakýchkoli jiných forem života (Bejček et al., 2006).

Jelikož jsem se výskytem živočichů na Velké podkrušnohorské výsypce nezabývala, zmíním je jen okrajově. Důležitý je pro nás výskyt rostlinných společenstev.

Nepopíratelná důležitost je výskyt žížal na výsypkách, jelikož prokypřují zeminu a napomáhají tím tak rychlejším půdotvorným procesům (Guggenberger et al., 1996 IN Frouz et al., 2006). Dle Kabrny (2011) se zde vyskytuje mnoho primitivních organismů, ale i mnoho druhů brouků a i pavouků

Pro výskyt obratlovců jsou pak velice příznivá mělká tzv. nebeská jezírka, tyto terénní deprese vznikají při sypání výsypky. Nalezneme zde tak například skokana skřehotavého, kuňku obecnou či ropuchu zelenou, ale i čolka apod. (Bejček et al., 2006).

Z drobných hlodavců se zde vyskytují myšice křovinná, hraboš polní, ale i rejsek a další (Kabrna, 2011).

Polopouštní charakter výsypky je ideálním místem výskytu ptáků, jež vyhledávají právě tyto biotopy. Jedná se konkrétně o vzácnou lindušku úhorní, bělořita šedého, ale i skřivana polního (Kabrna, 2011). Nalezneme zde ale i početnou populaci spárkaté zvěře (Velichová, 2005).

Zvyšováním vegetačního krytu se množství druhů zde žijících zvyšuje (Bejček et al., 2006). Lze tedy říci, že výsypky jsou velice vhodná místa, kde může druhová diverzita ptactva a ostatního zvířectva dosahovat vysokých hodnot (Kabrna, 2011).

3.2.2. Rostlinstvo výsypek:

Vegetační kryt výsypek ponechaný přirozené sukcesi je poměrně rozmanitý. Důvodem je i to, že zemina výsypek má různé vlastnosti, ať již fyzikální tak i chemické. Důležitým faktorem jsou ale i klimatické a geografické podmínky (Štýs et al., 1981). Substrát na výsypce není úplně příhodný pro růst rostlin, ale obvykle neomezuje všechny druhy rostlin, některé druhy jsou schopny kolonizovat výsypky ihned po nasypání (Prach et al., 2001 IN Mudrák et al., 2010). Tito první kolonizátoři jsou velice důležití pro vývoj další vegetace. Například kořeny těchto rostlin mohou zlepšit půdní vlastnosti nebo ale naopak zhoršit. Ale jedná se zde i o kvalitu infiltrace vody, ochranu půdy před erozí, nebo koloběh živin (Bradshaw, 1997).

Na výsypkách ponechané přirozené sukcesi se setkáváme zprvu především s ruderalními rostlinami, kdy dochází k dominanci jednoho rostlinného druhu. Jako příklad lze uvést lebedu lesklou (*Atriplex nitens*) nebo podběl obecný (*Tussilago farfara*) a další (Štýs et al., 1981).

Studie Pracha (1987 IN Frouz 2006), ale uvádí, že na výsypkách dominuje hlavně podběl lékařský (*Tussilago farfara*) a třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*).

Dále ale studie Štýse et al., (1981) uvádí, že nejhojnějšími společenstvy jsou na výsypkách ale i odvalech ovsíková společenstva a dále společenstva s dominantní

třtinou křovištní (*Calamagrostis epigejos*), která mnohdy vytváří monocenózy (Obr.7). Třtina je schopna snášet nepříznivé chemické vlastnosti substrátu a nalezneme ji především na suchých místech. Její společenstva mají nízkou druhovou rozmanitost (Štýs et al., 1981).

Dle Jongepierové et al., (2012), jsou po nasypání výsypky převládajícími rostlinnými druhy lipnice smáčknutá (*Poa compressa*), podběl lékařský (*Tussilago farfara*), ale i například vratič obecný (*Tanacetum vulgare*).

Analýza ukázala, že se vegetace na rekultivované výsypce a výsypce ponechané přirozené sukcesi vyvíjí jiným směrem. Kdy je výsypka po přirozené sukcesi mnohem druhově bohatší (Hodačová a Prach, 2003).

Na nerekulitovaných plochách je nejprve povrch zarůstán letničkami a dvouletkami. Po asi 15 letech pak začínají převládat trvalky (Prach a Pyšek, 1994 IN Kabrna, 2011).

Poměrně rychle se na výsypce začínají rozrůstat i dřeviny. Jako tzv. výsypkový druh byl v počátcích 90.let označován bez černý (*Sambucus nigra*) (Štýs et al., 1981). Dalšími dřevinami, které se na výsypce začínají objevovat již po několika letech, jsou vrba jíva (*Salix caprea*), topol osika (*Populus tremula*) či bříza bělokora (*Betula pendula*) (Jongepierová et al., 2012). 15-20 let stará nerekulitovaná místa jsou pokryta vrbovými keři a 25-30 let stará místa jsou obvykle pokryta mladým lesem s dominancí topol osika (*Populus tremula*) a bříza bělokora (*Betula pendula*) (Frouz et al., 2001a).

Po asi 40 letech zde nalezneme druhově pestrá společenstva, s převahou například jitrocele kopinatého (*Plantago lanceolata*) nebo ovsíku vyvýšeného (*Arrhenatherum elatius*) či štírovníku růžkatého (*Lotus corniculatus*) (Jongepierová et al., 2012).

Z chráněných druhů zde roste například kruštík bahenní (*Epipactis palustris*) nebo prstnatec májový (*Dactylorhizamazalis*) (Řehounek et al., 2010).

3.3. Biomasa:

Biomasa je úplně nejobecněji hmota či látka, která vznikla jako přírodou vytvořený produkt. Čili něco zcela přirozené. Je to všechna hmota kolem nás, která je biologického původu. Forem biomasy existuje více, ty se rozdělují především podle původu vzniku. Například fytomasa je označení pro biomasu jednoletých rostlin, zoobiomasa zahrnuje živočišně vzniklou biomasu a nebo dendromasa neboli lesní dřevní biomasa. Pojmů je samozřejmě více (Rieger, 2010).

Obecně se dělí na biomasu rostlinnou a živočišnou (Pravda, 2004).

3.4. Přirozená sukcese:

Sukcese je přirozený či spontánní vývoj ekosystémů, který způsobuje jejich změnu. Tyto změny jsou ovlivňovány řadou různých faktorů, jako je například klima, geografické rozložení, vliv okolních činitelů apod. Sukcese má několik fází a to fázi iniciální, fázi přechodných stádií a konečně fázi, ve které je společenstvo v absolutní rovnováze a vnitřní stabilitě a to je klimaxové stádium. Toto stádium se vyznačuje vysokou mírou odolnosti vůči jakýmkoli disturbačním projevům okolí a zároveň pestrostí a druhovou rozmanitostí. Příkladem můžeme uvést lesní

společenstva. Právě druhová rozmanitost je na místech zasažených těžbou velice ceněna (Gremlica et al., 2011). To potvrzuje i tvrzení, že spontánní sukcesí vznikají unikátní a rozmanité biotopy s až dvakrát větším počtem druhů oproti rekultivovaným plochám (Prach, 2006).

V podstatě však existují 3 přístupy k obnově narušeného prostředí: (1) zcela se spolehnout na přirozenou sukcesí, (2) zcela se spolehnout na technickou rekultivaci a za (3) zkombinovat oba přístupy - jinak řečeno člověkem řízená sukcese. Otázkou ale zůstává, za jakých okolností se můžeme spolehnout na spontánní sukcesí a kdy preferovat technickou rekultivaci (Prach a Hobbs, 2008).

Pokud není výsypka rekultivována, vzniká zde velice pomalé sukcesní zarůstání. A to, i přestože prakticky ihned po vytvoření výsypky se zde začnou aktivně rozrůstat různé formy organismů. Čímž je i vyvráceno tvrzení, že výsypky jsou toxické a nevhodné pro jakýkoli mikrobiální život. Existují samozřejmě i výjimky. Spontánní samovolné zarůstání trvá poměrně dlouho, teprve asi po 15 letech po nasypání se vytvoří celistvý vegetační kryt. Nalezneme zde i hojně množství mokřadů (Prach, 2006).

Postup sukcese probíhá od osídlení výsypek jednoletými rostlinami, někdy rovnou dvouletými. Poté se zde začínají objevovat byliny, následují trávy a proces osidlování je zakončen keři a dřevinami. To ale samozřejmě není striktně dané, například v extrémních podmínkách se zde nemusí vůbec objevit dřeviny (Prach et al., 2008).

Jelikož se ale ve velké míře upřednostňuje rekultivace, Prach (2006) uvádí, že přibližně po 8 letech spontánní sukcese je tato činnost zničena začínajícím procesem rekultivace. Nazývá tuto krajinu jako přetvořenou do monotónních reliéfů. Dále píše, že rekultivace podporují šíření zavlečených a tím nepůvodních druhů (Prach, 2006).

Pravděpodobnost že některé zavlečené druhy budou dominovat nad druhy přirozenými, právě ale podporuje rozmanitost. Obecně lze říci, že výskyt zavlečených druhů je nežádoucí. Nicméně možnost toho, že se nepůvodní druhy začnou vytlačovat, zvyšuje pro výsypku velice žádané zvýšení produkce biomasy (Huston 2004 IN Prach a Hobbs, 2008).

Řehounek et al., (2010) ale uvádí, že lesnická ale i zemědělská rekultivace ničí vzácné druhy ať již flory tak i fauny, které se na výsypce vyskytují díky přirozené sukcesí a tím pak naopak dochází ke snižování biologické rozmanitosti.

Studie Broumové et al., (2007) naopak ale uvádí, že výsypka je místem pro rozmanité druhy vytlačené člověkem z krajiny v důsledku například zemědělské činnosti.

Biologický význam výsypek se stále více a více potvrzuje a vytváří se na něj nespočet studií, které tyto hypotézy bezesbýtku potvrzují, přesto je však hlavním zájmem důlních společností území zrekultivovat a neponechávat ho sukcesnímu vývoji (Vojar et al., 2012). Faktem zůstává, že v dnešní době je přirozené sukcesí úmyslně ponecháno jen 60 ha výsypek. Na ostatních místech výsypek probíhají nebo jsou plánovány rekultivace. Dokonce v roce 2007 byly rekultivace celkem na 14084 ha ukončeny a na 9352 ha probíhaly (Řehounek et al., 2010).

K výsypkám by se mělo přistupovat jako k chráněným územím, protože často se zde po těžbě vyskytují vzácné ekosystémy, ale vznikají i unikátní biotopy. Rozhodnutí zda rekultivovat či nikoli a zachovat přirozený sukcesní řád, ale vyžaduje rozsáhlejší a důraznější debaty všech dotčených (Vojar et al., 2012).

Spontánní sukcese má ale nespornou výhodu v tom, že kolonizující druhy se s největší pravděpodobností dobře přizpůsobí zdejšími podmínkám a není potřeba se o ně dále starat (Kovář, 2004 IN Prach a Hobbs, 2008). Sukcese je vhodná i z důvodu

toho, že díky ní je zajištěna velice důležitá ochrana a to protierozní. V dnešní době je i důležitým faktem to, že sukcese je zadarmo (Prach, 2006). Problém je ale v tom, že při sukcesi je potřeba vytvořit určitý projekční plán, provést průzkum území a monitorovat ho. To bývá v důsledku mnohem dražší než klasická rekultivace (Jongepierová et al., 2012). Přesto ale se například na toxických či extrémně suchých stanovištích musíme zcela spolehnout na spontánní sukcesi (Prach a Hobbs, 2008). Z mnoha provedených studií vyplývá, že většina míst zasažených těžbou má schopnost sama se obnovit díky spontánní sukcesi. Navíc toto období obnovy není o mnoho delší v porovnání s časovou náročností rekultivací. A ekosystémy vytvořené přírodou a ne člověkem, jsou nesporně hodnotnější (Gremlica et al., 2011). Potenciál pro samoobnovu neboli sukcesi byl odhadnut na Sokolovsku až na 100% (Řehounek et al., 2010).

Proti rekultivaci mluví jednoznačně její výše nákladů ale i to, že plán rekultivace bývá schválen již Plánem otvírky, přípravy a dobývání a to ještě před započítáním těžby. Pokud se tedy zamyslíme nad tím, jak dlouho se těží (okolo 30 -40 let), jsou po skončení těžby plány rekultivace velice zastaralé (Gremlica et al., 2011).

Na Sokolovsku se výše ceny za 1 ha rekultivace odhaduje na cca 500 tisíc korun (na Mostecku je cena za 1 ha až 1,5 milionu Kč). Vzhledem k tomu, že se zde celkově plánuje rekultivace na cca 5000 ha, budou náklady přímo astronomické. A řekněme, že i zbytečné (Řehounek et al., 2010).

Pokud se podíváme na vegetaci vzniklou spontánní sukcesi na Velké podkrušnohorské výsypce, můžeme říci, že zde na nerekulitovaných plochách dominují mezi pionýrskými bylinami a travami podběl lékařský (*Tussilago farfara*) a třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), počátečný vývoj bylinného patra byl zde pomalejší než v jiných posttěžebních oblastech v České republice (Prach, 1987 IN Frouz, 2006). Obecně jsou Sokolovské výsypky málo druhově pestré a dominují zde především dřeviny jako například bříza bělokora (*Betula pendula*) a další (Prach et al., 2008).

Přibližně 15-20 let stará nerekulitovaná místa jsou pokryta vrbovými keři a 25-30 let stará místa jsou obvykle pokryta mladým lesem (Frouz et al., 2001a).

Ideálním stavem je pak podle odborníků ponechání až cca 25% krajiny přirozené sukcesi. Samozřejmě ale záleží i na mnoha okolnostech (Gremlica et al., 2011).

3.5. Rekultivace:

Rekultivace je součástí sanace, kdy sanace se soustřeďuje na odstranění škod, které při těžbě vznikají a rekultivace je pak způsobem jak krajinu opravit (Gremlica et al., 2011).

Dle studie autorů Sýkorová a Šťastný (2008) je to proces ozdravení krajiny zničené těžbou. Další definice říká, že je to množství úkonů, které vedou k obnově zdevastované a zpustošené krajiny a to včetně obnovy jejich autoregulačních systémů (Vráblíková et al., 2008).

První zmínky o zákonem nařízené rekultivaci – povinnosti obnovit krajinu zničenou těžbou nalezneme v Horním zákoně Rakousko-uherské monarchie již v roce 1854 (Vráblíková a Vráblík, 2009a). Tato rekultivace ale nebyla rekultivací, jakou známe dnes. Vznik první tzv. české rekultivační školy lze datovat rokem 1950, kdy bylo ustanoveno čtyřčlenné oddělení zabývající se rekultivacemi celého revíru SHD, sídlící v Teplicích (Severočeské doly a.s., 2009). Z počátku byla obnova

území narušeného těžbou omezena jen na výsadbu zeleně. Do roku 1989 dominovala především zemědělská regenerace území, poté se převedla pozornost na zalesňování (Pecharová et al., 2011).

Dřívější rekultivace byly typické odvodňováním. Kultivované lesy a vegetační kryty tak povětšinou trpí suchem. Proto je nezbytné vodní cyklus zde obnovit. Jeho obnovením dojde i k novým velmi žádaným půdotvorným procesům. K obnovení vodního cyklu nám mohou pomoci historické mapy, které nám poskytnou údaje o původním vodním cyklu (Pecharová et al., 2011). Teprve v 70. letech 20. století se rekultivace řídí i vodním režimem na výsypkách. Což velice přispělo k obnově krajiny správným směrem (Severočeské doly a.s., 2009).

Rekultivace byly v minulosti prováděny pouze na místech, kde byla těžba zcela skončena, tento proces se nazývá tvoření mozaiky. Tím však vzniká nespojitost krajiny s okolím (Pecharová et al., 2011). Vznik velice pokrokového projektu Generel rekultivací přikazoval rekultivaci celého území nikoliv jen narušeného území, tím se zamezilo vzniku mozaikovitého území (Severočeské doly a.s., 2009).

V současné době se rekultivace provádí nejen na místech dotčených těžbou, ale i v jejím bezprostředním okolí, aby se tak předcházelo právě tvoření mozaiky. A tím se i krajina obnovuje jako propojený funkční celek. Je tak nutno nezapomínat na nutnost propojení všech ekosystémů. Někdy je devastovaná krajina po těžbě označována jako krajina se ztracenou pamětí (Gillarová et al., 2008). Problémem je i to, že před započatím těžby se dostatečně nemonitoruje biologická rozmanitost, která se na tomto místě nachází, její rekultivace je pak vlastně neadekvátní (Gremlica et al., 2011). Současný stav posttěžebních oblastí představuje významnou hrozbu pro charakter klimatu v regionu. Je nutné obnovit přirozené funkce krajiny a obnovit její původní vodní cyklus, abychom této hrozbě předešli (Pecharová et al., 2011).

V procesu dobývání požadované horniny, jsou původní půdy zničeny. V mnoha zemích nyní legislativa požaduje, aby povrch půd byl zachován a nahrazen, ale je zde ohromné množství znehodnocené půdy zanechané po dřívějších těžbách, které vyžadují rekultivaci (Bradshaw, 1997). Ihned po navýšení výsypky jsou tyto plochy náchylné k erozi půdy, proto bývá tento povrch obvykle překryt úrodnou půdou (například ornici nebo sprašem), které byly odstraněny před těžbou. Občas bývají použity i přírodní sorbenty (například bentonit, slín) nebo organické substráty, které se zde dříve vyskytovaly (Čermák et al., 2000 IN Kabrna, 2011).

Je nutné zdůraznit, že jedním z nejdůležitějších předpokladů pro obnovu ekosystémů je proces půdní obnovy. Důležitou roli proto v tomto případě hraje mikrobiologická činnost. Vegetační typ a jeho kvalita se zdají být mnohem důležitější pro mikrobiologickou činnost než kvalita substrátu, na němž rostliny rostou. Metabolický kvocient (dýchání biomasy) byl vyšší na hlinitém podkladu oproti podkladu písčitému, což dokazuje větší účinnost mikrobiologické transformace v písku (Šourková et al., 2005).

Typicky, vyhloubený materiál má však velmi nízkou biologickou aktivitu (Frouz a Nováková, 2005). Proto existuje mnoho způsobů rekultivace pro urychlení vývoje ekosystémů ve vytěžených oblastech. Některá opatření zahrnují například pokrytí země ornici, jež byla dříve na místě těžby, k rychlejšímu vývoji půdy. Zatímco jiné techniky rekultivace se zaměřují pouze na obnovu rostlinného pokryvu, tak aby se urychlilo přirozené vytváření půdního profilu. Tato druhá metoda je hojně používaná v lesních lokalitách především na Sokolovsku (Frouz et al., 2001b).

V Hong Kongu se podle Zhang a Chu (2011) na revegetaci používají exotické rychle rostoucí druhy rostlin Eukalyptu, Akácie a Přesličníku. Podle názoru Blakesley et al., (2002) mají, ale exotické plantáže nízkou hodnotu co se týče

rozmanitosti a komplexity. Důvodem je podle Zahn et al., (2009) problém v relativně pomalém rozkladu a špatné soudržnosti rozkládajících se mikroorganismů v této podestýlce. I proto můžeme poukázat na to, že mikrobiální biomasa poskytuje informace o celkové výši mikroflóry v půdě a je dobrým indikátorem celkového růstu mikrobiálního celku během sukcese (Helingerová et al., 2010).

Podle studie Zhang a Chu (2011) bylo zjištěno, že druhová bohatost rostlin a podíl původních druhů roste tím, jak dlouho jsou půdy sanované. Největší pokrytí dřevinami bylo nalezeno v nejstarší sanované měřené části, přičemž nejmenší pokrytí bylo zjištěno na nejmladších částech sanované výsypky. Co se týče půdy, byly silně až mírně kyselé, kyselejší půdy zde byly nalezeny spíše ve starších částech výsypky. Zajímavostí bylo i to, že nejstarší část měla vyšší celkový podíl uhlíku a dusíku v biomase což koreluje s uhlíkem i dusíkem v půdě. Množství stromové skladby a bohatost původních druhů také velmi významně koreluje právě se zdroji uhlíku a funkční rozmanitostí (Zhang, Chu, 2011).

Ekologické obnovování krajiny je proces pomoci při obnově ekosystémů, který byl degradován, poškozen nebo zničen. Konečným cílem je vytvoření samostatného ekosystému, jež je odolný vůči dalším možným zásahům (SER, 2004).

Z mnohaletých zkušeností odborníků vyplývá, že rekultivovat lze prakticky všechna zničená území (Štýs et al., 1981).

Rekultivace probíhají v několika fázích:

Fáze přípravná – probíhá od úplného začátku, začíná plánováním těžby a průzkumem lokality – ať již pedologickým, hydrologickým či geologickým.

Fáze důlně-technická – těžební fáze, díky hornické činnosti se zde vytvářejí i podmínky pro následné rekultivace. Cílem této etapy je především odklizení zeminy, odvodnění území, ale i plánování tvaru a úložiště výsypek.

Fáze biotechnická nebo ekotechnická – sem patří technické práce a biotechnické činnosti. Čili tato fáze se zabývá jak úpravou terénu, včetně navezení ornice, tak již přímo tvorbou rekultivací.

Fáze postrekultivační – nastává ukončením rekultivačních prací, ale stále je o ni pečována s úmyslem zvýšit její biologickou produktivitu a hodnotu (Kryl et al., 2002).

Rekultivace dělíme na lesnické, zemědělské, hydrologické a zvláštního určení jako jsou parky, rekreační plochy, letiště apod. Každé rekultivaci předchází upevnění povrchu před erozí, vyrovnání plochy, dále navezení úrodné zeminy a zajištění vodního režimu pomocí odvodňovacích kanálků, což nazýváme technická rekultivace (Bejček et al., 2006).

Současné rekultivace se skládají především z přeměny povrchu těžkou mechanizací, a pokrytí povrchu organickým materiálem (dřevní hmota, ornice) a výsadbou stromových školek (Hodačová a Prach, 2003).

Technická rekultivace spočívá v provedení technicky náročných terénních úprav. Vytváří se tak ohromné rovné plochy, zároveň ale s terasami, jež jsou ochranou proti půdní erozi. Po tomto vyrovnání povrchu obvykle následuje překrytí ornici, díky níž je možné provádět zemědělské či lesnické rekultivace. Do poloviny 50. let minulého století přitom překrytí ornici nebylo ještě běžně užíváno (Gremlica et al., 2011). Technickými rekultivacemi se zajišťuje například vytvoření cest a napojení na okolní ať již polní nebo komunikační cesty. Důležité je i budování

odvodňovacích kanálků. Patří sem ale i budování oplocenek a různých ochran dřevin proti zvěři (Kryl et al., 2002).

Jelikož se má práce zabývá studiem biomasy na místech vzniklou zemědělskou rekultivací popřípadě sukcesí, zmíním ostatní typy rekultivací jen okrajově.

1. Zemědělské rekultivace

Zemědělské rekultivace jsou omezeny zákonem č.334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu (Gremlica et al., 2011).

Tato rekultivace rekultivuje místa, která jsou určena pro budoucí hospodářské využití (Vráblíková et al., 2009).

Zemědělské rekultivace jsou velice náročné na provedení, a to i po finanční stránce. Pro zemědělské rekultivace se doporučuje využívat plochy, které jsou v těsné blízkosti těžbou nezasazených zemědělských pozemků (Kryl et al., 2002).

Zemědělské rekultivace můžeme dělit na tzv. nepřímou rekultivaci, kdy je na výsypku navedena ornice a provádí se zde intenzivní hospodaření a tzv. přímou rekultivaci bez překrytí ornice, kdy se využívá zemina která na výsypce již je a jedná se zde o extenzivní způsob hospodaření (Vráblíková et al., 2009).

Důležité je samozřejmě, aby byl povrch technicky vyrovnán a nasypán zeminou třídy I. nebo II. A to v ideálním případě 50 cm této kvalitní ornice. Zeminy používané pro rekultivace jsou rozděleny do pěti tříd podle vhodnosti použití. Do I. třídy patří například černozemě, hnědozemě či slinovatky, ale i spraše. Do V. třídy jsou zařazovány zeminy naprosto nevhodné ke krytí výsypek. Jedná se o zeminy fyto toxické nebo až sterilní, zamezující jakýkoli růst rostlin. Mocnost vrstvy se pak odvíjí od použité třídy, ale i od budoucího využití místa (Kryl et al., 2002).

Postup je ten, že se navede na upravený povrch ornice, poté přijde na řadu orba, vláčení (čímž dochází k prokypření) a smykování (které slouží k zarovnání povrchu), poté se seje, osivo se zaorá do půdy a samozřejmě se dodá potřebné hnojivo. Tato plocha je nadále cca 2-6 let udržována a kontrolována. Bohužel jsou dost často místa podrobená zemědělské rekultivaci neúrodná (Gremlica et al., 2011).

Mezi vhodné osevny traviny řadíme například ovsík vyvýšený, kostřavu ovčí i luční, bojínek luční, jetel plazivý i červený nebo vojtěšku setou. Do zemědělské rekultivace můžeme zařadit i ovocnářský způsob rekultivace, kdy jsou vysazovány ovocné stromy a tvořeny ovocné sady (Kryl et al., 2002).

2. Lesnické rekultivace

Dnes nejvíce používané lesnické rekultivace byly v roce 1954, kdy se jimi zabýval ve své diplomové práci dnešní přední specialista na rekultivace Ing. Stanislav Štýs, DrSc., považované za nesmyslné (Severočeské doly a.s., 2009).

Lesnické rekultivace jsou vymezeny zákonem č.289/1995 Sb., o lesích - tzv. lesní zákon. Tyto rekultivace byly v 50. letech minulého století typické pionýrskými dřevinami jako je topol osika (*Populus tremula*) nebo vrba jíva (*Salix caprea*) a to především pro jejich rychlý růst. Postupem let se mění použití dřevin a i styl rekultivací. A to tak, že se v 90. letech využívají více než dříve nejvíce preferované zemědělské rekultivace (Gremlica et al., 2011).

Při výsadbě stromů je třeba dávat přednost výsadbě listnatých stromů před jehličnatými, protože produkují více humusu díky tlejícímu listí, které je navíc snadno rozložitelné (Frouz et al., 2001a).

Bohužel se v dnešní době prosazuje trend spíše ekonomického užitku z lesů než navození ekologicky stabilního lesu. Tím se zde vyskytují biologicky téměř bezcenné monokultury. Příkladem je borovice lesní (*Pinus sylvestris*), která má velice kvalitní dřevo, pokud roste ve velmi hustém sponu. Dalším využívaným druhem dřeviny je například dub letní i zimní (*Quercus robur* a *Q. petraea*), habr obecný (*Carpinus betulus*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), javor klen i mléč (*Acer pseudoplatanus* a *A. platanoides*) a mnoho dalších. Jako nepřilíš šťastná je výsadba nepůvodních druhů dřevin jako jsou například borovice černá (*Pinus nigra*) či invazní trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*) (Gremlica et al., 2011).

3. Vodohospodářské (hydrické) rekultivace

Vodohospodářské či hydrické rekultivace jsou řízeny zákonem č. 254/2001 Sb., o vodách – tzv. vodní zákon. Při tomto typu rekultivace je snaha o navrácení vody do krajiny, která bývá při těžbě odčerpávána, což má neblahý vliv na vodní režim v krajině. Setkáváme se zde tak s poldry nebo různými typy malých vodohospodářských děl. V současné době se ale spíše rozmáhá množství velkých vodních děl, kdy jsou lomy a jámy zcela zaplavovány vodou (Gremlica et al., 2011).

Při napouštění jezera je myšleno především na následnou čistotu vody a té je dosaženo sedimentačními nádržemi, protieutrofizačními a dočišťovacími nádržemi (Kryl et al., 2002).

4. Ostatní typy rekultivací

Posledním typem rekultivace jsou tzv. ostatní rekultivace, mohou sem patřit jak sportoviště, tak letiště či parky. Jedná se spíše o krajinnotvorné prvky než o přírodě blízké biotopy (Gremlica et al., 2011).

Tyto způsoby jsou využívány na místech, které nejsou určeny k hospodářskému využití. Patří sem například automobilové okruhy, rekreační jezera, ale i golfové hřiště nebo dostihová závodiště. Jedná se tedy spíše o funkční užití krajiny. Toto území se dá ale využít i jako skládka odpadů. Po dodržení všech nařízení ohledně ukládání odpadů (Kryl et al., 2002).

Řekněme, že poslední fází rekultivace je revitalizace a resocializace území. Kdy revitalizace se popisuje jako návrat života do krajiny. Což je myšleno jako návrat zvěře a rostlinstva. Patří sem třeba i spontánní sukcese. Resocializace je pak jakýsi návrat člověka do této krajiny, znamená vlastně to, že člověk rekultivované území začne opět nějakým způsobem využívat či vnímat jako součást okolní krajiny (Vráblíková et al., 2009).

3.6. Vývoj na Sokolovské pánvi:

Celková plocha území, které bude rozrušeno či zničeno na konci těžební aktivity (okolo roku 2036) v sokolovském uhelném revíru (jednom z hlavních těžebních oblastí České republiky) dosáhne více než 6000 ha. Většina této oblasti (75%) je určena pro lesnické rekultivace. Rozrušení krajiny není jen ve velkém měřítku, ale je zároveň i velmi intenzivní. Zemina překrývající uhlí se odtěží a uloží do vysokých hald. Největší haldy čítají tisíce hektarů a dosahují výše až 100 metrů nad původním terénem, proto původní ekosystémy jsou touto činností kompletně

zničeny. Zemina vytěžená až z hloubky 200 m se podstatně liší od normální půdy (Frouz et al., 2006).

Co se týče rekultivace, první rekultivace zde dle historických záznamů proběhly na cca 2 ha půdy v letech 1925-1927, kdy byla tato plocha rekultivována pomocí lesní rekultivace těžební společnosti Britannia (Kryl et al., 2002). Právě rekultivace jsou v Podkrušnohorské pánvi prováděny jen cca 50 let (Svoboda, 2008).

V rámci rekultivace jsou na Sokolovsku vysazovány nepůvodní dřeviny, které pak dominují a mají tak vliv na produkci vegetace. Tyto dřeviny se například liší svou schopností zachytit atmosférické depozice (Rothe et al., 2002 IN Mudrák et al., 2010). Důležité jsou i rozdílné vlivy na pH půdy (Van Oijen et al., 2005 IN Mudrák et al., 2010).

Na Sokolovsku se v rámci lesní obnovy krajiny vysazují i jehličnany, protože zdejší deštivé klima je pro ně vcelku ideální. Patří sem pak hlavně výsadba borovice a dále pak modřin. Přesto se ale spíše setkáme s lesy smíšenými (Kryl et al., 2002).

Na nerekulitovaných plochách ponechaných přirozené sukcesi, na kterých stromy rostou bez zásahu člověka, může zápoj lesních porostů tvořit až 50% povrchu během 22 let. Typickými kolonizátory jsou zde vrba jíva (*Salix caprea*), bříza bělokora (*Betula pendula*) a topol osika (*Populus tremula*), z trav je to pak třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*) (Frouz et al., 2008). Třtina je silným konkurentem s velice rychlým množením. Čili může ve velice krátké době vytvořit souvislý vegetační kryt (Rebele a Lehmann, 2002 IN Mudrák et al., 2010) a je velice silným konkurentem ostatních rostlin, vytlačující ostatní druhy (Somodi et al., 2008 IN Mudrák et al., 2010).

Chronologický vývoj sukcese je ten, že zde hned po nasypání dominují především lipnice, vratič a podběl. Ze stromů již zmíněná vrba, bříza a topol (Jongepierová et al., 2012). Důležité je zmínit, že díky vlhkému a chladnému podnebí se zde skoro vůbec neobjevují jednoleté druhy, ale hned vytrvalé a dobře se zde daří růstu dřevin (Řehounek et al., 2010).

Po 15 letech dosáhl vegetační povrch zapojení téměř 100% a začaly převládat trvalky jako je již zmíněný vratič obecný (*Artemisia vulgaris*) a později se začaly šířit i další druhy jako je ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*). Dřevin byl nižší podíl a objevilo se jen pár druhů, například bez černý (*Sambucus nigra*) (Prach a Pyšek, 1994 IN Kabrna, 2011). Po cca 20 letech sukcesního vývoje pak dominuje vrba. Velice důležitá je zde činnost žížal, které napomáhají regeneraci půdy a zvyšují její úrodnost. Po asi 40 letech zde vzniká jakýsi základ lesu se souvislým vegetačním pokryvem (Jongepierová et al., 2012).

3.7. Velkolom Jiří:

Velkolom Jiří je situován na Sokolovské hnědouhelné pánvi na západě Čech, u obce Vintířov, nedaleko města Sokolov. Tento lom provozuje společnost Sokolovská uhelná a.s., která lom i vlastní (Sokolovská uhelná, 2013).

Sokolovská pánev je původem pevninská a vznikla v terciénu. Její rozloha je až 312 km² (Pešek et al., 2010).

Těžební činnost v lomu Jiří byla zahájena roku 1981 a do roku 2003 se vytěžená zemina ukládala na vnější výsypku Velkou podkrušnohorskou výsypku. Nyní se zemina ukládá na vnitřní výsypku lomu (Dálkový průzkum země, 2013).

Těžba je soustředěna v těžebním prostotu Alberov. Díky své rozloze a množství těženého uhlí, které se pohybuje okolo 8 mil. tun hnědého uhlí ročně, se jedná o velkou zásobárnu uhlí (Rothbauer et al., 2003).

Hloubka lomu se pohybuje v rozmezí 130 metrů a v nejhlubším místě až 200 metrů. K těžbě je využito pět kolesových rýpadel KU 300 (Pešek et al., 2010).

Uhelná sloj Antonín, z níž je těžba realizována, má mocnost 30-40 metrů, sirnatost uhlí je velmi nízká a je proto vhodné například k briketování (Valeš et al., 2003). Věkově patří uhelná sloj Antonín k nejmladší v novosedleckém souvrství. Stáří bylo určeno v rozmezí asi 22,7-21,3 Ma (jednotka času rovna 1 milionu let). Uhlí se zde vyvinulo zřejmě díky optimálním klimatickým podmínkám v období burdigal patřící do spodního miocénu (dále neogén – kenozoikum neboli třetihory – fanerozoikum) (wikipedie, 2013) a také díky postupnému sesedání dna této pánve (Pešek et al., 2010).

Uhelná sloj je překryta převážně jílovcí tvořící cyprisové souvrství neboli jezerními usazeninami (Mergl, 1997 IN Pecharová et al., 2008). Tato sloj je typická tím, že se zde střídají tmavé a světlé vrstvy. Tmavé vrstvy obsahují humitové, ponejvíce xyloidentritické uhlí. Světlé vrstvy pak představují lipodentritické uhlí ale někdy až liptobiolitické uhlí (Pešek et al., 2010).

Těžba se zde začínala nejprve těžbou hlubinnou, která ale byla negativně ovlivněna spodní vodou. Ta častokrát zastavila celou těžbu. Těžba probíhala stejně jako jiné hlubinné těžby ručním rubáním (Jiskra, 2000 IN Pecharová et al., 2008).

Životnosti lomu je až do douhlení předpovídána do roku 2025-2027 v závislosti na těžebních limitech č. 490/91 schválených vládou. Lom Družba nacházející se vedle lomu Jiří, měl životnost předpokládanou až do roku 2035-2043 (Valeš et al., 2003). Ale sesuv vnitřní výsypky právě lomu Jiří v roce 2009, zamezil možnosti dalšího těžení. Přitom těžba zde probíhala již 122 let. Její definitivní ukončení bylo v roce 2011 (Sokolovská uhelná, 2013).

Lom Jiří a Družba po ukončení těžby společně vytvoří ohromnou jámu, která bude zaplněna vodou z řeky Ohře, podzemními vodami ale i srážkovými vodami, toto jezero Jiří-Družba se pak stane pitným zdrojem pro celý Karlovarský kraj (Rothbauer et al., 2003).

V budoucích letech se plánuje rozšiřování prostotu lomu Jiří, ale nepočítá se s prolomením těžebních limitů a to i vzhledem ke geologické situaci (Valeš et al., 2003).

3.8. Velká podkrušnohorská výsypka:

Velká podkrušnohorská výsypka (VPV) se nachází severně od města Sokolov, mezi obcemi Vintířov a Lomnice v západních Čechách (Obr. 5).

VPV vznikla spojením několika menších výsypek (Řehounek et al., 2010). Konkrétně se jedná o výsypky Vintířovská výsypka, Pastviny, Týn a Boučí (Valeš et al., 2003). VPV je vnější výsypkou lomu Jiří, kdy vytěžené materiály - především podzoly a podzosoly, hnědé lesní půdy a bažiny (Kuráž et al., 2012) byly vozeny mimo těžební důl. Nyní jsou tyto materiály využívány spíše na zasypávání vnitřní výsypky zmíněného dolu (Nahlédněte do dolu, 2013). Ukládání na VPV bylo ukončeno rokem 2003 (Valeš et al., 2003).

Terén ovlivněný těžbou na Velké podkrušnohorské výsypce se rozkládá na celkem 8 katastrálních územích v okrese Sokolov a Karlovarském kraji. Celková plocha terénu ovlivněného těžební činností je 1,957 ha. Délka ve směru západ-

východ je 8,3 km a jeho šířka je 2,3 km. Celkem cca 886 mil. km³ zeminy bylo vytěženo na povrch (Mikoláš, 2009). VPV je největší výsypkou v České republice. Její nadmořská výška je 500-700 m. n. m., průměrné roční srážky jsou okolo 650 mm a průměrná roční teplota je 6,5°C (Kuráž et al., 2012).

Podle historických údajů byl terén původně tvořen lesní krajinou s proměnlivým zastoupením buku, dubu a výraznou skladbou jehličnanů – zejména jedle a borovice (Mikoláš, 2009).



Obr. 5: Mapa Velké podkrušnohorské výsypky (Bodlák et al., 2012)

Sedimenty z horní vrstvy sokolovské hnědouhelné pánve se skládají především z hnědých jíílů a jezerních jíilovců obohacené organickou hmotou (2-18 % TOC – celkový organický uhlík). Spodní část stratigrafického profilu je tvořena především kaolino-ilitových jíílů a jíilovců, zatímco obsah montmorillonitu se zvyšuje v horní části. Změna litologie sedimentů je způsobena postupným zvětráváním ve zdrojových oblastech klastického materiálu (Kříbek et al., 1998).

Co se týče rekultivace, tak ta byla ve východní části již zdárně dokončena a území je částečně zalesněno a částečně zde byla vytvořena zemědělská půda. V ostatních částech výsypky jsou práce stále v provozu, hlavně co se týče terénních úprav, inženýrských prací ale i biologické rekultivace. Budoucnost zemědělské půdy závisí na navezené ornici a osevni směsi, kdežto stromová část byla zasazena přímo na holý podklad. Na rozdíl od kulturních krajin se na rekultivovaných územích nachází mnoho druhů biotopů, od vyprahlých půd až po vyspělé lesy (Bodlák et al., 2012).

Plánuje se zde vybudování sítě cyklostezek, která využije cesty vytvořené při technické rekultivaci. Délka se předpokládá až 29,9 km. Samozřejmě je i budování laviček v okolí stezky, ale i budování informačních cedulí obsahující informace o vzácných i běžných biotopech a vyskytujících se druzích fauny a flory (Valeš et al., 2003). V současnosti nejsou cyklostezky ještě vybudovány.

4. Metodika:

Hlavním cílem této diplomové práce zpracovávané na Velké podkrušnohorské výsypce, výsypce po těžbě hnědého uhlí, bylo stanovit míru biomasy na vybraných biotopech. Konkrétními zkoumanými biotopy byly nelesní biotopy zahrnující louky, sukcesní plochy a mokřady. Pro účely našeho výzkumu bylo určeno 11 lokalit, 9 z nich situovaných na Velké podkrušnohorské výsypce a 2 mimo tuto výsypku, kdy se jednalo o tzv. kontrolní plochy. Pouze plochy sukcesní nebyly zkoumány mimo výsypku, protože v kulturní krajině nebyly nalezeny.

Zkoumané lokality:

Plochy na výsypce jsou znázorněny na Obr. 9 a plochy mimo výsypku jsou označeny na Obr. 10.

Bezlesí

1. Louka Panské
2. Louka Lomnice
3. Louka Matyáš
4. Sukcese bylinná Vřesová - Subxerofytní sukcesní biotop, Vřesová
5. Sukcese bylinná Vintířov - Subxerofytní sukcesní biotop, Vintířov
6. Sukcese bylinná Lomnice - Subxerofytní sukcesní biotop, Lomnice
7. Mokřad Klára
8. Mokřad Jezírka záchranářů
9. Mokřad u skládky Satr - na kraji výsypky, u Vřesové

Kontrolní plochy mimo výsypku:

10. Louka Vřesová
11. Mokřad u Lužního lesa Vřesová - podél potoka u Vřesové

Odběry byly provedeny celkem 3x a to 26. května 2012, 11. srpna 2012 a 9. září 2012. Při každém z těchto odběrů byla odebrána biomasa ze všech luk, ale jen při odběru v srpnu byly odebrány všechny lokality současně. Důvodem bylo to, že biomasa na loukách mění skokově svou produkci a také to, že tyto lokality byly 2x ve sledovaném období posečeny. A to dne 12.července 2012 a 2.září 2012. Biomasa sukcese a mokřadů nebyla sečena a tak máme výsledky nejvyšší produkce biomasy, jež byla právě v srpnu (Dle Velichové, 2005).

Přibližné stáří jednotlivých ploch na výsypce:

Bezlesí

1. Louka Panské – 10 let
2. Louka Lomnice – 10 let
3. Louka Matyáš – 40 let
4. Sukcese bylinná Vřesová - Subxerofytní sukcesní biotop, Vřesová – 10-15 let
5. Sukcese bylinná Vintířov - Subxerofytní sukcesní biotop, Vintířov – 3-5 let
6. Sukcese bylinná Lomnice - Subxerofytní sukcesní biotop, Lomnice – 3-5 let

7. Mokřad Klára – 10 let
8. Mokřad Jezírka záchranářů – 15 let
9. Mokřad u skládky Satr - na kraji výsypky, u Vřesové – 30 let

(Zdroj: Cudlín, 2013)

Dominujícími rostlinnými druhy v měsíci srpnu byly:

1. Louka Panské – srha laločnatá (*Dactylis glomerata* L.) a jetel luční (*Trifolium pratense*)
2. Louka Lomnice – lipnice luční (*Poa pratensis*)
3. Louka Matyáš – smetánka lékařská (*Taraxacum officinale*)
4. Sukcese bylinná Vřesová - Subxerofytní sukcesní biotop, Vřesová – třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*)
5. Sukcese bylinná Vintířov - Subxerofytní sukcesní biotop, Vintířov – podběl lékařský (*Tussilago farfara*)
6. Sukcese bylinná Lomnice - Subxerofytní sukcesní biotop, Lomnice – podběl lékařský (*Tussilago farfara*) a srha laločnatá (*Dactylis glomerata* L.)
7. Mokřad Klára – rákos obecný (*Phragmites australis*)
8. Mokřad Jezírka záchranářů – rákos obecný (*Phragmites australis*) a třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*)
9. Mokřad u skládky Satr - na kraji výsypky, u Vřesové – psineček obecný (*Agrostis tenuis*)(Obr.8)
10. Louka Vřesová – srha laločnatá (*Dactylis glomerata* L.)
11. Mokřad u Lužního lesa Vřesová - podél potoka u Vřesové – konopice pýřitá (*Galeopsis pubescens*)(Obr.6) a vrbina obecná (*Lysimachia vulgaris*) (Obr.7)



Obr.6: Konopice pýřitá (e-herbář, 2013)



Obr. 7: Vrbina obecná (e-herbář, 2013)



Obr.8: Psineček obecný (wikipedie, 2013)

Popis jednotlivých ploch:

Louka Panské

Louka Panské se nachází na Velké podkrušnohorské výsypce. Jedná se o zemědělskou, pravidelně sečenou louku (Cudlín, 2012). Dle Chytrého et al., (2001) se jedná o biotop X – Biotopy silně ovlivněné nebo vytvořené člověkem. Konkrétně XT3 – intenzivní nebo degradované mezofilní louky.

Tato louka má stáří 10 let a jejím charakteristickým rostlinstvem je jetel luční (*Trifolium pratense*) s výskytem jetelu zvrhlého (*Trifolium hybridum*) (Cudlín, 2012). Což potvrzuje i můj výzkum, kdy jsem zde zaznamenala vysoký výskyt právě jetele lučního (*Trifolium pratense*), ale i nezmíněné srhy laločnaté (*Dactylis glomerata* L.).

Louka Lomnice

Louka Lomnice se nachází na Velké podkrušnohorské výsypce. I zde se jedná dle Chytrého et al., (2001) o biotop X - Biotopy silně ovlivněné nebo vytvořené člověkem. Konkrétně XT3 – intenzivní nebo degradované mezofilní louky.

Louka Lomnice má stáří 10 let a dle mého výzkumu zde dominuje lipnice luční (*Poa pratensis*).

Louka Matyáš

Louka Matyáš se také nachází na Velké podkrušnohorské výsypce. Opět se jedná dle Chytrého et al., (2001) o biotop X - Biotopy silně ovlivněné nebo vytvořené člověkem. Konkrétně XT3 – intenzivní nebo degradované mezofilní louky.

Tato louka je nestarší ze všech zkoumaných luk na VPV (o stáří louky mimo VPV nemáme informace) a dosahuje stáří 40 let. Dominujícím druhem rostlinstva tak byla dle mého výzkumu určena smetánka lékařská (*Taraxacum officinale*).

Louka Vřesová

Louka Vřesová je tzv. kontrolní loukou, tato louka se tak nevyskytuje na VPV, ale mimo VPV. Slouží nám k porovnání toho jaká je produkce na loukách na VPV a mimo VPV.

Stáří louky nám není známo a dle Chytrého et al., (2001) se jedná o biotop T1 – Louky a pastviny. Konkrétně T1.1 – Mezofilní ovsíkové louky. Dle mého výzkumu byla jako dominující druh určena srha laločnatá (*Dactylis glomerata*).

Sukcese bylinná Vřesová - Subxerofytní sukcesní biotop, Vřesová

Sukcese Vřesová se nachází na Velké podkrušnohorské výsypce. Rekultivační práce zde ještě nebyly zahájeny. Dle Cudlína (2012) byla určena jako spontánní sukcese – rumištní vegetace, částečně na skládce. Dle Chytrého et al., (2001) se jedná o biotop X - Biotopy silně ovlivněné nebo vytvořené člověkem. Konkrétně XT4 – degradované suché trávníky a vřesoviště. Tato sukcese má stáří 5 - 10 let a jejím charakteristickým rostlinstvem byla dle mého výzkumu třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*). To potvrzuje i studie Cudlína (2012) a dále uvádí i podběl obecný (*Tussilago farfara*) a vratič obecný (*Tanacetum vulgare*).

Sukcese bylinná Vintířov - Subxerofytní sukcesní biotop, Vintířov

Sukcese Vintířov se nachází na Velké podkrušnohorské výsypce. Dle Cudlína (2012) byla určena jako spontánní sukcese – nezapojená vegetace podél cesty. Ani zde ještě nebyly započaty rekultivační práce. Dle Chytrého et al., (2001) se jedná o biotop X - Biotopy silně ovlivněné nebo vytvořené člověkem. Konkrétně XT4 – degradované suché trávníky a vřesoviště.

Tato sukcese má stáří 3 -5 let a jako dominující druh jsem na základě výzkumu určila podběl lékařský (*Tussilago farfara*). To potvrzuje i studie Cudlína (2012) a dále uvádí i třtinu křovištní (*Calamagrostis epigejos*) a mrkev obecnou (*Daucus carota*).

Sukcese bylinná Lomnice - Subxerofytní sukcesní biotop, Lomnice

Sukcese Lomnice se také nachází na Velké podkrušnohorské výsypce. Cudlín (2012) ji určil jako spontánní sukcesí – porost jetele podél cesty. A také ani tady ještě nezačala rekultivace. Dle Chytrého et al., (2001) se jedná o biotop X - Biotopy silně ovlivněné nebo vytvořené člověkem. Konkrétně XT4 – degradované suché trávníky a vřesoviště.

Sukcese Lomnice je stará stejně jako sukcese Vintířov, tedy 3 - 5 let. Dle mého výzkumu zde dominují podběl lékařský (*Tussilago farfara*) a srha laločnatá (*Dactylis glomerata* L.). Dle studie Cudlína (2012) převažuje jetel luční (*Trifolium pratense*) a také srha laločnatá (*Dactylis glomerata*).

Mokřad Klára

Mokřad Klára se nachází na Velké podkrušnohorské výsypce. Cudlín (2012) tento mokřad určil jako řízenou sukcesí – mokřad obklopují sukcesní lesní a bylinná společenstva. Dle Chytrého et al., (2001) byl biotop určen jako M1 – Rákosy a vegetace vysokých ostřic. Konkrétně pak M1.1 – rákosiny eutrofních stojatých vod. A dále zde nalezneme i biotopy X - XT5 - bylinné porosty naspů dopravních staveb a zemních hrází a i biotop X4.5- bylinné a křovinné porosty na opuštěných degradovaných plochách, nerektivovaných haldách a skládkách.

Tento mokřad má stáří 10 let a dominuje zde dle mého výzkumu rákos obecný (*Phragmites australis*). Dle výzkumu Cudlína (2012) se zde vyskytují převážně třtina

šedá (*Calamagrostis canescens*), třtina křovištní (*C. epigejos*), rákos obecný (*Phragmites australis*), ostřice (*Carex sp.*), sítina žabí (*Juncus buffonius*), orobince (*Typna sp.*).

Mokřad Jezírka záchranářů

Mokřad Jezírka záchranářů se nachází na Velké podkrušnohorské výsypce. Cudlín (2012) tento mokřad určil jako řízenou sukcesii – vytvoření mokřadního jezírka s olšínami a bylinnými společenstvy. Biotop je pak podle Chytrého et al., (2001) M1 – Rákosity a vegetace vysokých ostřic. Konkrétně pak M1.1 – rákosiny eutrofních stojatých vod. A dále se zde vyskytují i biotopy X – konkrétně XK4 - Pionýrská dřevinná vegetace nekultivovaných antropogenních ploch. Mokřad Jezírka záchranářů má stáří 15 let. Jako dominující druh jsem zde dle výzkumu určila rákos obecný (*Phragmites australis*) a třtinu křovištní (*Calamagrostis epigejos*). To ale výzkum Cudlína (2012) nepotvrzuje. Ten uvádí devětsil bílý (*Petasites albus*), pryskyřník plazivý (*Ranunculus repens*), kopřivu dvoudomou (*Urtica dioica*). Při mém odběru byl výskyt devětsilu bílého (*Petasites albus*) výrazný, nebyl však dominantní.

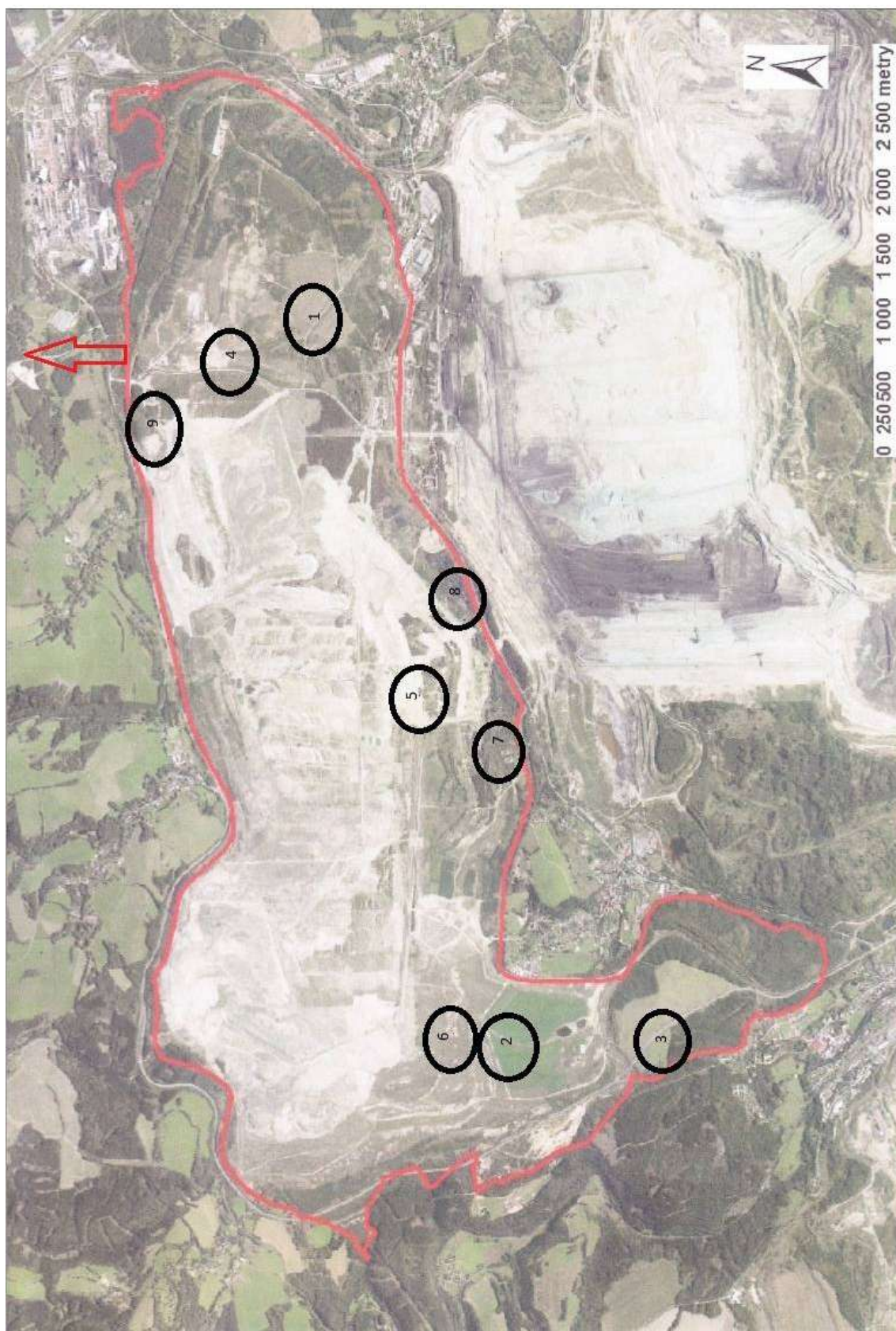
Mokřad u skládky Satr - na kraji výsypky, u Vřesové

I tento mokřad je umístěn na Velké podkrušnohorské výsypce a lze určit jako řízená sukcese. Biotop je podle Chytrého et al., (2001) M1 – Rákosity a vegetace vysokých ostřic. Konkrétně pak M1.1 – rákosiny eutrofních stojatých vod. S výskytem biotopů typu X. Stáří tohoto mokřadu je 30 let a je tak nejstarším mokřadem na výsypce. Dominující rostlinstvo je zde psineček obecný (*Agrostis tenuis*).

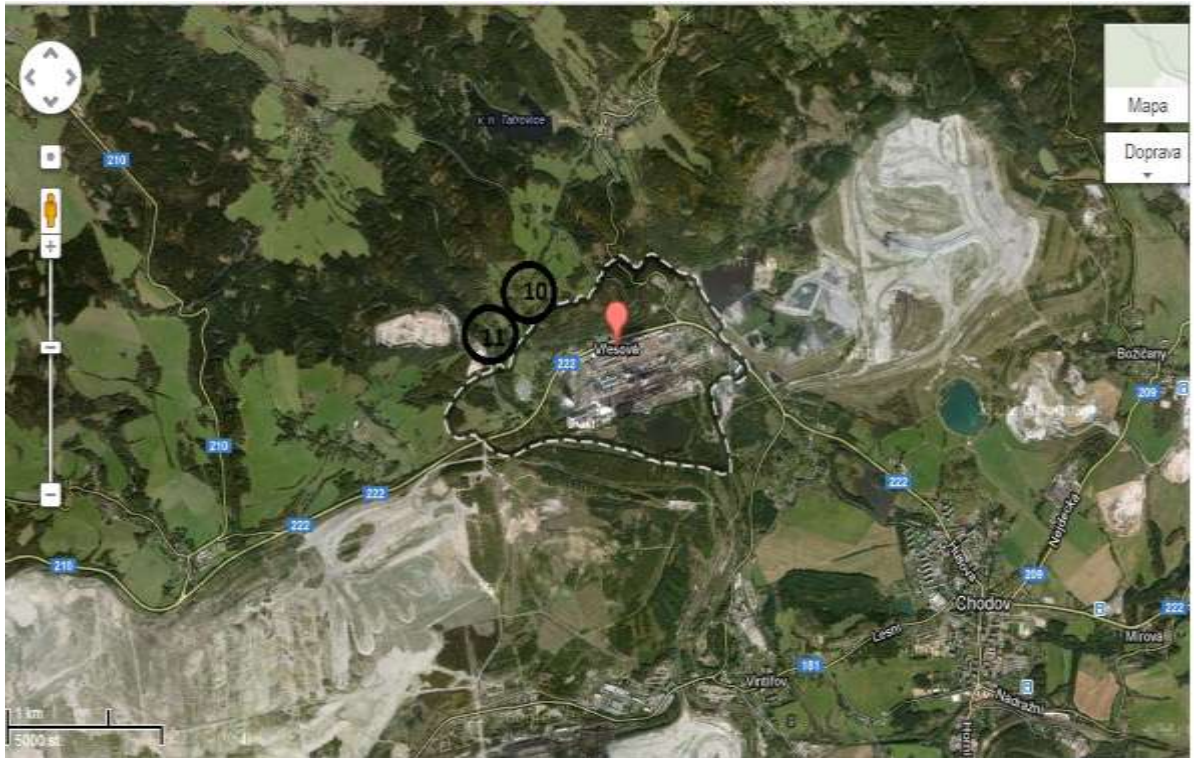
Mokřad u Lužního lesa Vřesová - podél potoka u Vřesové

Tento mokřad se nenachází na VPV, je tak kontrolní plochou. Slouží nám k porovnání toho jaká je produkce na mokřadech na VPV a mimo VPV. Jeho stáří nám není známo a biotop je dle Chytrého et al., (2001) M1 - Rákosity a vegetace vysokých ostřic. Konkrétně M1.4 – Říční rákosiny. Rostlinstvem zde dominujícím je konopice pýřitá (*Galeopsis pubescens*) a vrbina obecná (*Lysimachia vulgaris*).

Jednotlivé odběrové lokality jsou vyznačeny na následujících mapách:



Obr. 9: Velká podkrušnohorská výsypka (Cudlín, 2012) – autorská úprava (2013)



Obr. 10: Plochy 10 a 11 mimo VPV (Googlemaps, 2013) – autorská úprava (2013)

Na každé z těchto 11 lokalit bylo určeno 5 čtverců o rozměru 1x1m (Obr. 11).

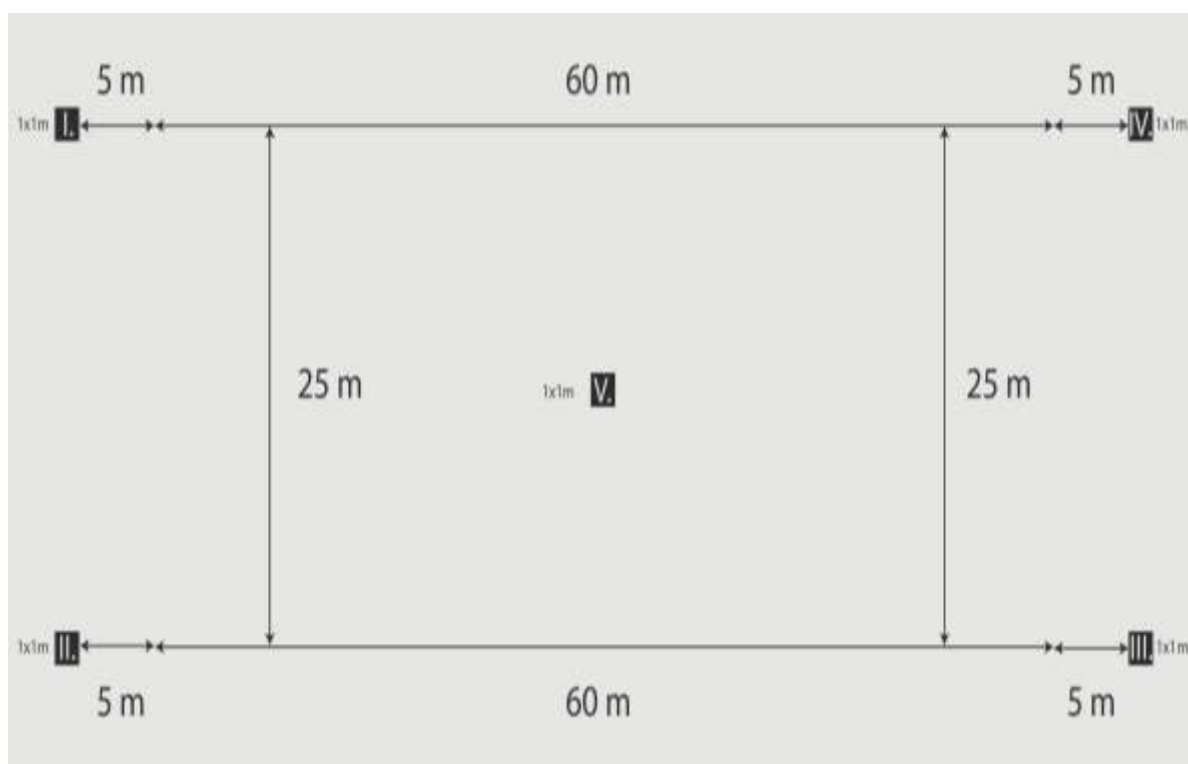


Obr. 11: Odběr z vyznačeného čtverce na louce Panské 8. 9. 2012 (Prokeš, září 2012)

Místa odběru byla pečlivě označena a zapsána jejich poloha, aby bylo možno každý další odběr provést na stejném místě.

Na lokalitě odběru byly stanoveny vždy 2 linie. Obě linie byly dlouhé 60 metrů a vzdálené od sebe 25 metrů (Obr.12).

Nejprve byl vytyčen odběrový čtverec (I.-IV.) o velikosti 1x1 metr a odebrala se zde biomasa. Poté bylo odměřeno 5 metrů a od tohoto místa se začala měřit 60 -ti metrová linie. Na konci linie bylo opět odměřeno 5 metrů a vytyčen a odebrán další čtverec. Poté se kolmo na tuto linii odměřilo 25 metrů, kde začínala druhá linie. Zde se postup odběru zopakoval. Čtverec prostřední (V.) byl odebírán jako poslední, kdy se odměřila buď polovina linie a poté se odměřila polovina šířky nebo se postup udělal obráceně.



Obr. 12: Schéma rozložení čtverců a linií (autor, 2013)

Na několika lokalitách nebylo možné kvůli nedostatečnému přístupu terénu vytyčit rovnoběžné linie (viz schéma Obr.12), a tak byly lokality odebírány například do oblouku apod., ale při zachování daných délek linií.

Konkrétně se jednalo o lokality Sukcese bylinná Vřesová - Subxerofytní sukcesní biotop, Vřesová (Obr.13), Mokřad Klára – kdy byl ale pouze jinak umístěn prostřední čtverec, Mokřad u Lužního lesa Vřesová - podél potoka u Vřesové a poslední jinak odebíranou lokalitou byl Mokřad u skládky Satr - na kraji výsypky, u Vřesové – ten byl odebíráán v liniích jež byly na sebe nakloněny 45°.



Obr.13: Postup odběru lokality Sukcese bylinná Vřesová - Subxerofytní sukcesní biotop, Vřesová (mapy.cz, 2013) – (úprava Timko, Cudlín, 2013)

Po důkladném vytyčení a vyznačení terénu byl započat odběr biomasy. Místa pro odběr byla pečlivě vybrána, především bylo nutno vybrat taková místa, kde si plochy zachovávají stejné poměry jako na jakémkoli jiném místě vybrané lokality. Nesmělo zde například docházet k poklesu půdního profilu či k podmáčení apod. Toto lze ale většinou určit zběžným pohledem. Důležitá je tedy homogenita lokality (Moravec et al., 1994).

Biomasa byla odebírána metodou destruktivního stanovení nadzemní biomasy. V tomto případě se tak jednalo o dotykovou metodu, při které byla biomasa poškozena odebráním (Rychnovská et al., 1987). Konkrétně byl celý obsah každého čtverce vystříhán nůžkami a vložen do plastového pytle.

Destruktivní metodou se biomasa stanovuje například i v našem případě váhově. Tato metoda je nejvíce užívána a to především proto, že není náročná a dává nám poměrně kvalitní vzorek ať již celého porostu nebo i jednotlivých rostlin (Rychnovská et al., 1987).

Rostlinná biomasa je v podstatě rostlinné společenstvo rozmístěné na nějakém území. Můžeme u ní pozorovat vertikální uspořádání, které vytváří vegetační patra (stratum) dle výšky rostlin a jejich rozmístění. Nejjednodušší formou je pak bylinná vertikální stavba (E_1). Do tohoto patra patří vyšší výtrusné byliny, polokeřky i semenné byliny. Většinou se jejich výška pohybuje v rozmezí 1 metru. Patří sem ale i například rákos obecný (*Phragmites australis*), který bývá vysoký až 3 metry. Dalším typem uspořádání je horizontální uspořádání, které pak závisí na hustotě a disperzi populací (Moravec et al., 1994).

Odběr biomasy byl tedy prováděn velice technicky nenáročným stříháním biomasy za použití obyčejných kancelářských nůžek. Přestože byly zkoušeny i jiné metody a jiné druhy pomůcek, bylo zjištěno, že nejlepší odběr je možno provést právě obyčejnými nůžkami.

I plochy byly vyznačovány různými metodami. Nejlépe se však osvědčila metoda s kůly a izolepou. Přestože byla tato metoda poněkud náročnější, byla nejpřesnější. Vystříhaný obsah čtverce byl pak vložen do plastového pytle a každý tento pytel byl označen popisem o jaký čtverec, jaké plochy se jedná.

Pokryvnost jednotlivých populací byla provedena pouze odhadem při pozorování, jelikož pro nás bylo důležité členění jen na čtyři hlavní skupiny. Ke stanovení pokryvnosti se používají různé stupnice, kdy se mezi nejpřesnější řadí Dominova stupnice, ale nejužívanější je Braun-Blanquetova stupnice (Obr. 14) (Moravec et al., 1994).

Braun-Blanquetova stupnice:	Dominova stupnice:
5 — pokryvnost 75—100 %	10 — pokryvnost 100 %
4 — pokryvnost 50—75 %	9 — pokryvnost více než 75 %
3 — pokryvnost 25—50 %	8 — pokryvnost 50—75 %
2 — pokryvnost 5—25 % (10—25 % — 1964)	7 — pokryvnost 33—50 %
1 — pokryvnost pod 5 %, dosti hojně až roztroušeně	6 — pokryvnost 25—33 %
+ — pokryvnost zanedbatelná, roztroušeně	5 — pokryvnost 20 % (—25 %)
r — ojedinele (někdy užíván symbol —)	4 — pokryvnost 5 % (—20 %)
	3 — pokryvnost pod 5 %, roztroušeně
	2 — velmi roztroušeně
	1 — vzácně
	+ — zcela ojedinele

Obr. 14: Braun-Blanquetova a Dominova stupnice pokryvnosti a početnosti (Moravec et al., 1994)

Po převezení biomasy z výsypky na místo mého bydliště (cca 20 km od výsypky) následovalo časově velice náročné ruční třídění biomasy. Biomasu bylo potřeba vytřídit hned v den sběru, aby se předešlo zapaření či až zplsnivění mokré biomasy.

Biomasa z jednotlivých pytlů – zastupující vždy jeden odebraný čtverec v jedné lokalitě - byla tříděna na čtyři kategorie a to na lipnicovité trávy (*Poaceae*), šáchorovité (*Cyperaceae*) a sítinovité (*Juncaceae*) trávy dohromady, byliny (neboli rostliny bylinného typu) a bobovité (*Fabaceae*). Ke správnému rozpoznání biomasy mi ve sporných případech posloužily určovací klíče květeny.

Každá z těchto vytřídných skupin z jednoho pytle, byla zvážena a vložena do papírového obalu. Pro jednoduchost při následném vážení suché biomasy bylo potřeba používat stejné velké obaly. Nejprve jsem tak používala poštovní obálky, což se ale ukázalo jako finančně velmi náročné a poté jsem tedy přešla na papírové obaly na svačiny. Výhoda stejných obalů spočívá v tom, že se na laboratorní váze automaticky (po předchozím nastavení) odečítá předem zvážená hmotnost tohoto obalu a sušená biomasa se pak nemusí z obalu vyndávat, ale může se vážit v tomto obalu. Což zkrátilo i délku vážení a také nechtěné ztráty.

Celkem tedy z jednoho pytle mohly vzniknout 4 balíčky různých druhů biomasy. Každý tento balíček byl popsán názvem lokality odběru, číslem čtverce, druhem biomasy uvnitř a datem odběru.

Všechny balíčky pak byly převezeny do sušárny ČZU na Suchdole, kde byly sušeny při teplotě cca 85 stupňů (kdy ještě nedochází k rozpadu organických látek) po dobu 12 hodin do konstantní hmotnosti. Sušení na vzduchu se nedoporučuje vzhledem k různě vázané vodě v různých rostlinách (Rychnovská et al., 1987).

Pro názornost přikládám schéma sušení biomasy (Obr. 15).

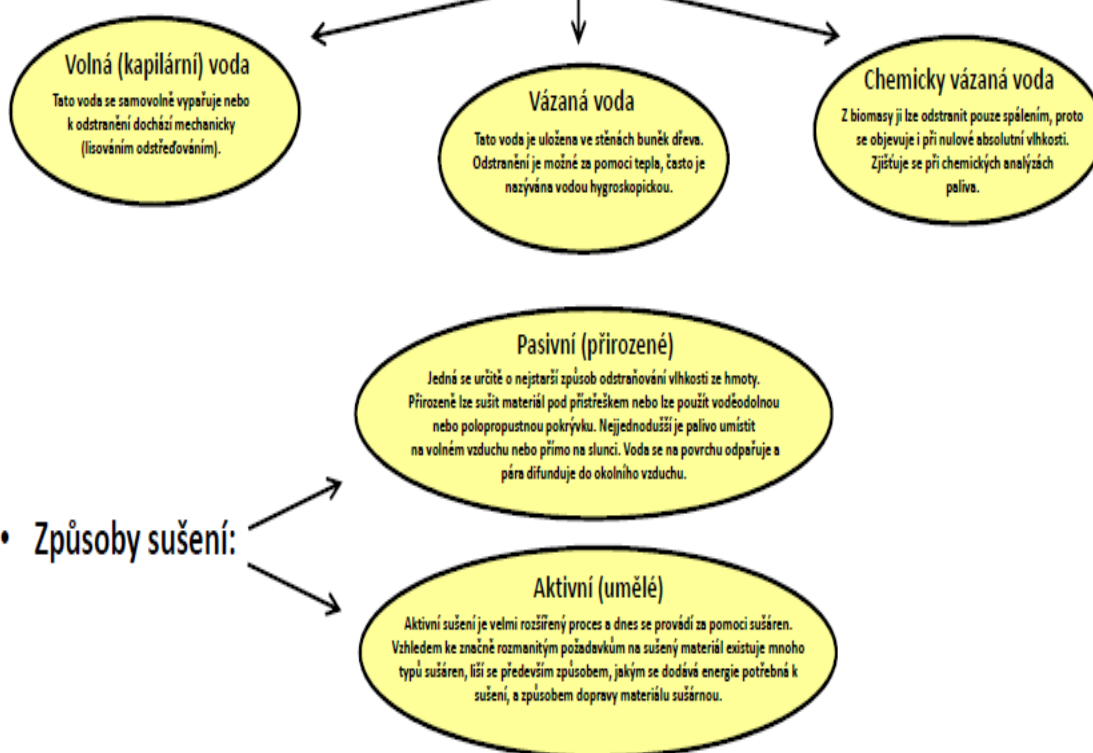
- **Proces sušení:**

Sušení je běžný fyzikální proces odstraňování nežádoucí vody z příslušného paliva. Při samotném sušení vlhkých paliv probíhají vzájemně provázané procesy přenosu tepla a hmoty mezi palivem a sušicím médiem.

- **Vlhkost biomasy:**

Vlhkost, nebo-li obsah vody v biomase, kterou hodláme spalovat, je základním parametrem, podle kterého se řídíme při výběru spalovacího zdroje, protože právě vlhkost je významnou veličinou určující kvalitu spalovacího procesu. Snahou je získat palivo s co nejnižším obsahem vody. Vlhkost závisí především na tom, z jakých zdrojů biomasu získáváme.

- **Druhy vázaných vod v biomase:**



Obr. 15: Sušení biomasy (Energetický ústav, VUT Brno, 2013)

Po vysušení biomasy v sušárně byly jednotlivé balíčky tentokrát se suchou biomasou zváženy a naměřené výsledky zapsány.

4.1. Statistické zpracování dat

Rozdíly v celkové produkci biomasy mezi jednotlivými biotopy i rozdíly mezi jednotlivými plochami těchto biotopů byly testovány neparametrickým testem Kruskal-Wallis Anova v programu STATISTICA 10 na 5% hladině významnosti. Důvodem byla odlišnost dat od normálního rozdělení i narušení homogenity variancí. Rozdíly mezi jednotlivými plochami byly dále testovány post-hoc testem (Multiple comparisons of mean ranks for all groups).

5. Výsledky:

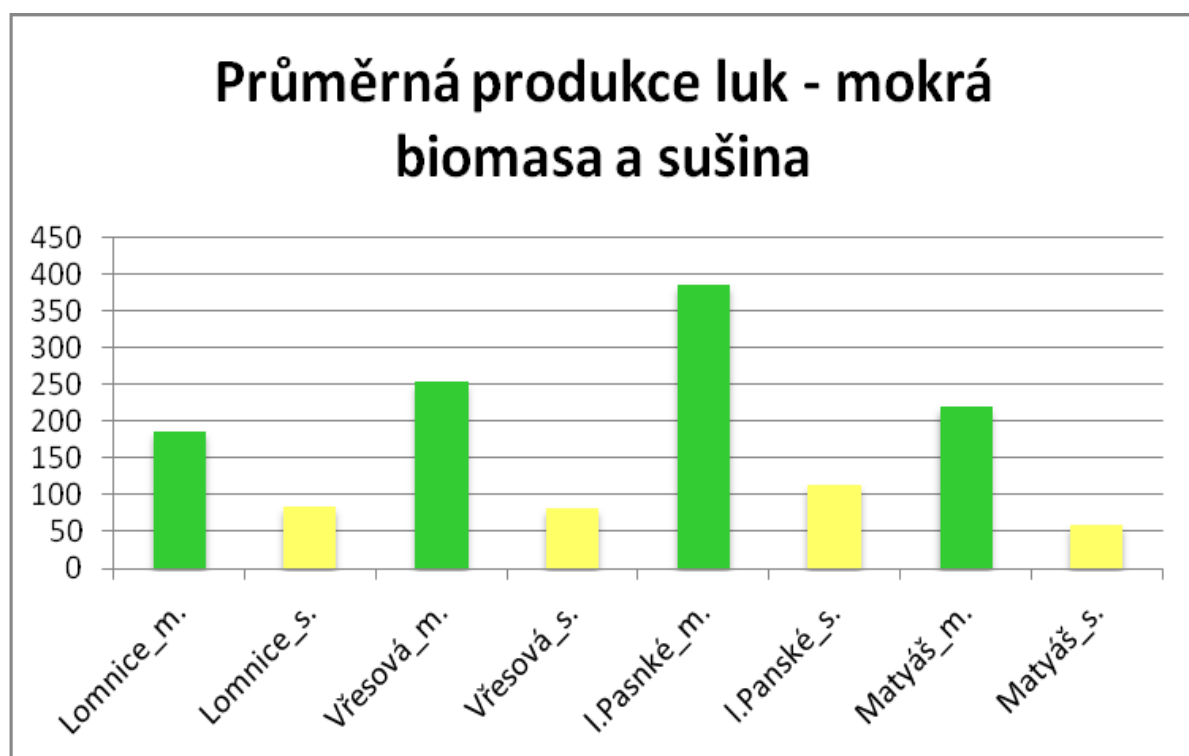
Tabulky s jednotlivými odběry z jednotlivých čtverců jsou uvedeny jako přílohy pro větší přehlednost tohoto textu a také především pro ohromné množství tabulek.

Nejdůležitější jsou pro nás výsledky primární produkce (tabulky 12-29). Podstatou primární produkce je fotosyntetická činnost organismů, díky nimž vzniká biomasa. Zdrojem energie pro tyto organismy je sluneční záření a oxid uhličitý je pak jejich zdrojem uhlíku. Primární produkci můžeme dělit a to na hrubou a čistou, kdy hrubá primární produkce (brutto) je všechna organická hmota stvořená za určitý čas. Čistá produkce (netto) se vypočte jako hrubá produkce mínus metabolická spotřeba organismů.

V našem případě bylo z mnoha možných způsobů určení primární produkce použito metody sklizně (Ambrožová, 2003).

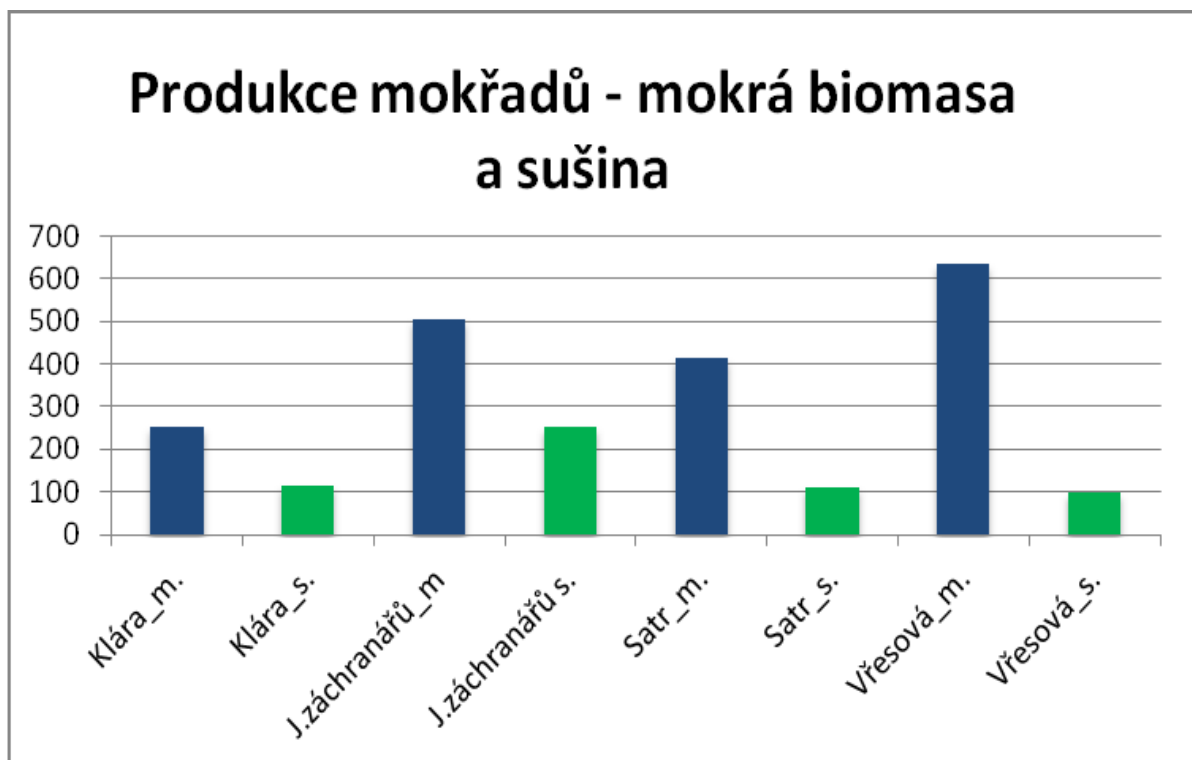
Následující grafy (graf 1-3) nám ukazují průměrnou produkci mokré a suché produkce luk, sukcese i mokřadů.

Jednotky veškerých grafů a tabulek jsou gramy.



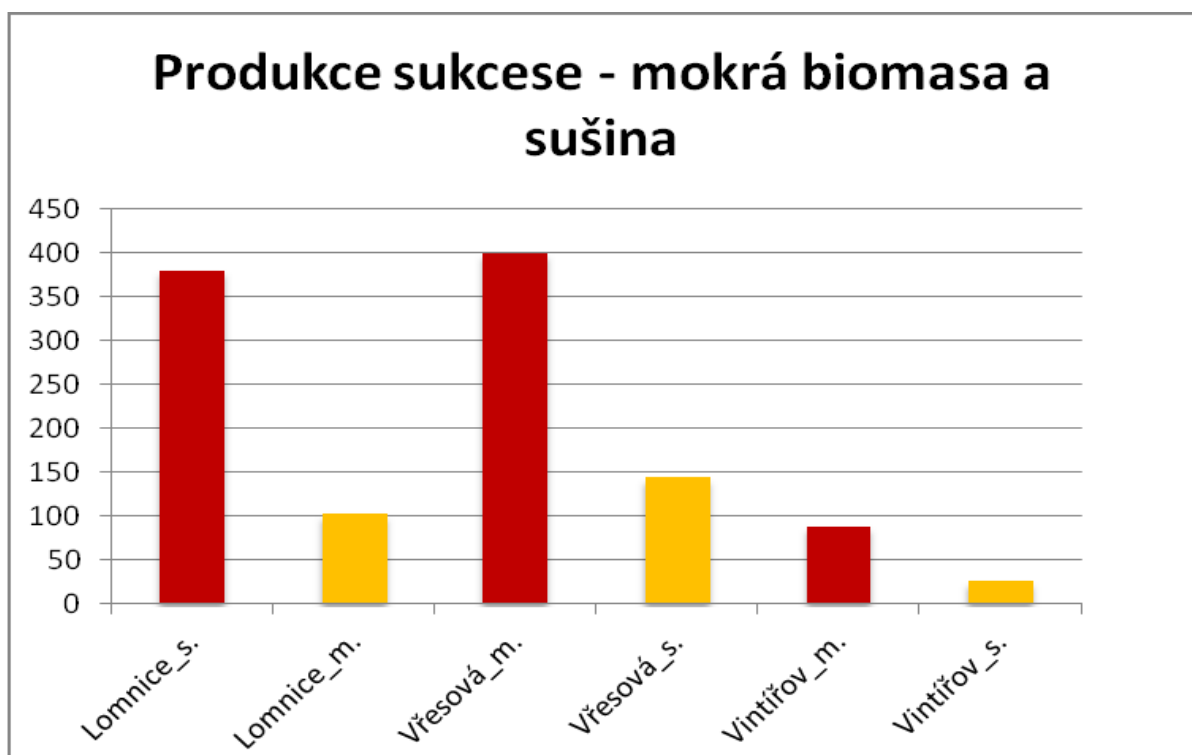
Graf 1: Porovnání průměrné produkce luk za 3 odběry mokré biomasy a sušiny (autor)

Vysvětlivky: _m. = mokrá biomasa, _s. = sušina



Graf 2: Porovnání produkce mokřadů mokré biomasy a sušiny (autor)

Vysvětlivky: *_m.* = mokrá biomasa, *_s.* = sušina



Graf 3: Porovnání produkce sukcese mokré biomasy a sušiny (autor)

Vysvětlivky: *_m.* = mokrá biomasa, *_s.* = sušina

Z těchto grafů vyplývá, že nejvyšší průměrnou produkci – tj. průměr odběru za měsíc květen, srpen a září – měla z luk louka Panské, ze sukcesních ploch pak měla nejvyšší produkci (zde se již nejedná o průměr, jelikož byl proveden jen jeden odběr a to v srpnu při nejvyšší produkci biomasy) sukcese Vřesová a nejvyšší produkci mokřadů (také se zde nejedná o průměr) měl mokřad Vřesová. Důležité je si povšimnout, že výše sušiny není přímo úměrná výši mokré biomasy. To je dáno podílem různých druhů trav a bylin. Tato skutečnost se razantně projevila u mokřadů, kdy nejvyšší množství sušiny nenáleží mokřadu Vřesová, jež měl nejvyšší produkci mokré biomasy, ale nejvyšší množství sušiny připadá na mokřad Jezírka záchranářů.

Porovnání louky na VPV a louky kontrolní



Obr. 16: Louka Lomnice – na VPV (Palíková, 2012)



Obr. 17: Louka Vřesová – kontrolní louka mimo VPV (Palíková, 2012)

Popis jednotlivých luk:

Louka Panské

V množství průměrné primární produkce měla jednoznačně nejvyšší produkci ze všech čtyř zkoumaných luk. Důvodem je její výhodné položení, kdy je po celý den vystavována slunečnímu záření. V okolí nejsou žádné stromy, takže nejenže louku nezastiňují, ale ani jí neodčerpávají podzemní vodu. V blízkosti louky je pak malý potok, který vysychá, ale jistě zadržuje alespoň nějakou vláhu.

Louka Lomnice

Bylo zjištěno, že tato louka měla nejnižší průměrnou produkci mokré biomasy. Důvodem toho je její nízká nadmořská výška a to, že je z jedné strany obklopena nadúrovňovou výsypkou. Největším problémem je zde však neúrodnost půdy. Tuto skutečnost potvrzuje studie Gillarová et al., (2008), která uvádí, že původně vysoce úrodné území (kdy neúrodné půdy bylo 3,5 %), jež zde bylo v roce 1842 se díky přeměně na dobývací území (z více než 68 %) dostalo následně do evidence neúrodných půd (Gillarová et al., 2008).

Louka Matyáš

Dle grafů je zřejmé, že v množství odebrané mokré biomasy nebyla nijak výrazná, ale v množství sušiny má pak nejvyšší hmotnost sušiny z luk. To je dáno právě jejím dominujícím rostlinstvem.

Louka Vřesová

Výše průměru primární produkce nebyla ale oproti loukám na VPV nikterak výrazná. To může být způsobeno neznalostí stáří louky, ale i jejím mikrorelieфом a mikroklimatem. Důležitým faktem je zde to, že tato louka je jako jediná obklopená lesem a i její nadmořská výška je nejvyšší. Takže přestože by se dalo předpokládat, že bude mít nejvyšší primární produkci, díky těmto faktorům je jen druhá nejvyšší s nepříliš významným rozdílem oproti dalším loukám.²

Tabulka 1: Celkové zastoupení jednotlivých druhů biomasy, stanovené z průměru 5 metrových čtverců, po měsících odběru na l.Panské (autor)

Průměrné zastoupení na 1 m ² za každý měsíc v (g)						
Druh	květen		srpen		září	
	mokrá	sušina	mokrá	sušina	mokrá	sušina
lipnicovité	372	97,042	106,6	48,754	20,8	10,258
šách.+sítiny	/	/	/	/	/	/
byliny	66	12,3	19,2	8,258	/	/
bobovité	394	106,498	63	22,858	112,2	36,042
celkový prům.	832	215,84	188,8	79,87	133	46,3

Tabulka 2: Celkové zastoupení jednotlivých druhů biomasy, stanovené z průměru 5 metrových čtverců, po měsících odběru na l.Lomnice (autor)

Průměrné zastoupení na 1 m ² za každý měsíc v (g)						
Druh	květen		srpen		září	
	mokrá	sušina	mokrá	sušina	mokrá	sušina
lipnicovité	172	77,71	168,2	106,74	122,4	26,13
šách.+sítiny	/	/	/	/	/	/
byliny	29,6	9,752	65,84	15,078	52,2	13,246
bobovité	0,4	0,236	/	/	/	/
celkový prům.	202,0	87,7	234,0	121,8	174,6	39,4

Tabulka 3: Celkové zastoupení jednotlivých druhů biomasy, stanovené z průměru 5 metrových čtverců, po měsících odběru na l.Matyáš (autor)

Průměrné zastoupení na 1 m ² za každý měsíc v (g)						
Druh	květen		srpen		září	
	mokrá	sušina	mokrá	sušina	mokrá	sušina
lipnicovité	96	30,662	51,4	22,72	12,2	6,164
šách.+sítiny	/	/	/	/	/	/
byliny	198	54,284	182,52	38,48	104,6	18,36
bobovité	13	6,88	/	/	/	/
celkový prům.	307	91,826	233,92	61,20	116,8	24,524

Tabulka 4: Celkové zastoupení jednotlivých druhů biomasy, stanovené z průměru 5 metrových čtverců, po měsících odběru na l.Vřesová (autor)

Průměrné zastoupení na 1 m ² za každý měsíc v (g)						
Druh	květen		srpen		září	
	mokrá	sušina	mokrá	sušina	mokrá	sušina
lipnicovité	278	85,652	145,24	86,364	89,4	23,496
šách.+sítiny	/	/	/	/	/	/
byliny	177,6	33,166	12,6	6,078	14,8	3,6
bobovité	36	8,498	/	/	2,2	0,416
celkový prům.	491,6	127,3	157,8	92,4	106,4	27,5

Ukázka sukcesní plochy



Obr.18: Sukcese bylinná Vřesová - na VPV (Paliková, 2012)

Popis jednotlivých sukcesních ploch:

Sukcese bylinná Vřesová - Subxerofytní sukcesní biotop, Vřesová

Dle grafu lze usoudit, že tato sukcese měla nejvyšší primární produkci ze sukcesních ploch. Což by mohlo být způsobeno tím, že tato sukcese se nachází na bývalé skládce, tedy na místě s výskytem mnoha živin. Ale je tu rozhodně i podstatný vliv stáří této sukcese, která je nejstarší ze všech zkoumaných sukcesí. V porovnání se sukcesí Lomnice ale nebyl rozdíl produkce nikterak výrazný.

Sukcese bylinná Vintířov - Subxerofytní sukcesní biotop, Vintířov

Tato sukcese měla nejnižší produkci biomasy, což je způsobeno její nejvyšší nadmořskou výškou ze všech zkoumaných sukcesí a v závislosti na tom, mikroklimatem.

Sukcese bylinná Lomnice - Subxerofytní sukcesní biotop, Lomnice

Tato sukcese je stejně stará jako sukcese Vintířov, přesto ale především kvůli svému umístění mezi poměrně úrodné louky, je i její produkce vcelku srovnatelná se sukcesí Vřesová.

Tabulka 5: Celkové zastoupení jednotlivých druhů biomasy, stanovené z průměru 5 metrových čtverců při odběru v srpnu – sukcese Vřesová(autor)

Průměrné zastoupení na 1 m² za měsíc v (g)		
	srpen	
Druh	mokrá	sušina
lipnicovité	326,6	113,408
šách.+sítiny	0	0
byliny	71,6	29,146
bobovité	1	0,284
celkový prům.	399,2	142,8

Tabulka 6: Celkové zastoupení jednotlivých druhů biomasy, stanovené z průměru 5 metrových čtverců při odběru v srpnu – sukcese Vintířov (autor)

Průměrné zastoupení na 1 m ² za měsíc v (g)		
	srpen	
Druh	mokrý	sušina
lipnicovité	15,6	6,08
šách.+sítiny	0	0
byliny	69,04	19,376
bobovité	2,2	0,6
celkový prům.	86,8	26,1

Tabulka 7: Celkové zastoupení jednotlivých druhů biomasy, stanovené z průměru 5 metrových čtverců při odběru v srpnu – sukcese Lomnice (autor)

Průměrné zastoupení na 1 m ² za měsíc v (g)		
	srpen	
Druh	mokrý	sušina
lipnicovité	248,58	70,906
šách.+sítiny	0	0
byliny	115,72	25,91
bobovité	15,2	5,12
celkový prům.	379,5	101,9

Porovnání mokřadu na VPV a kontrolního mokřadu



Obr.19: Mokřad Klára – na VPV (Paliková, 2012)



Obr.20: Mokřad Vřesová – kontrolní mokřad mimo VPV (Paliková, 2012)

Popis jednotlivých mokřadů:

Mokřad Klára

Mokřad Klára měl nejnižší produkci biomasy, což bylo způsobeno nízkou nadmořskou výškou a tím, že mokřad je z poměrně velké části obklopen velmi vysokou nadúrovňovou výsypkou, která brání ideálnímu přístupu slunečního svitu. Přestože na obrázku 19 vidíme zavodnělé celé údolí, v době mého odběru byl tento mokřad vyschlý a byly zde pouze bažiny.

Mokřad Jezírka záchranářů

Jeho produkce byla druhá nejvyšší, což je dáno tím, že jako jediný z mokřadů je obklopen nevysychajícím jezírkem a tak je zde vhodné mikroklima.

Mokřad u skládky Satr - na kraji výsypky, u Vřesové

Produkce i přes stáří mokřadu není nejvyšší. To je způsobeno časným vysycháním zdejšího močálu a obklopením stromy, které tuto vodu vyčerpávají.

Mokřad u Lužního lesa Vřesová - podél potoka u Vřesové

Dle očekávání má tento mokřad nejvyšší produkci mokré biomasy. Důvodem je jeho neovlivnění člověkem a také to, že kolem něj protéká nevysychající potok, čili je zde ideální mikroklima.

Tabulka 8: Celkové zastoupení jednotlivých druhů biomasy, stanovené z průměru 5 metrových čtverců při odběru v srpnu – mokřad Klára(autor)

Průměrné zastoupení na 1 m² za měsíc v (g)		
	srpen	
Druh	mokrá	sušina
lipnicovité	191,4	95,842
šách.+sítiny	0	0
byliny	21,6	8,194
bobovité	40,2	11,672
celkový prům.	253,2	115,7

Tabulka 9: Celkové zastoupení jednotlivých druhů biomasy, stanovené z průměru 5 metrových čtverců při odběru v srpnu – mokřad Jezírka záchranářů (autor)

Průměrné zastoupení na 1 m ² za měsíc v (g)		
	srpen	
Druh	mokrý	sušina
lipnicovité	504	250,474
šách.+sítiny	0	0
byliny	0	0
bobovité	0	0
celkový prům.	504,0	250,5

Tabulka 10: Celkové zastoupení jednotlivých druhů biomasy, stanovené z průměru 5 metrových čtverců při odběru v srpnu – mokřad Satr (autor)

Průměrné zastoupení na 1 m ² za měsíc v (g)		
	srpen	
Druh	mokrý	sušina
lipnicovité	224	58
šách.+sítiny	74	29,39
byliny	115,4	23,93
bobovité	0	0
celkový prům.	413,4	111,3

Tabulka 11: Celkové zastoupení jednotlivých druhů biomasy, stanovené z průměru 5 metrových čtverců při odběru v srpnu – mokřad Vřesová (autor)

Průměrné zastoupení na 1 m ² za měsíc v (g)		
	srpen	
Druh	mokrý	sušina
lipnicovité	43,4	10,638
šách.+sítiny	0	0
byliny	592	89,274
bobovité	0	0
celkový prům.	635,4	99,9

Primární produkce

Tabulky 12 – 34: Souhrn primární produkce ze všech ploch za jednotlivé měsíce (autor)

Vysvětlivky: součet m.= součet mokré biomasy, součet s.= součet sušiny, 5 čt. = značí že výsledku bylo docíleno sečtením všech 5 čtverců z každé plochy

Součet sušiny za rok je u luk primární roční produkcí. U sukcese a mokřadů je primární produkcí maximální produkce biomasy.

PANSKÁ LOUKA

květen			srpen			září		
	součet m.	součet s.		součet m.	součet s.		součet m.	součet s.
5 čt.	4160	1079,2	5 čt.	944	399,35	5 čt.	665	231,5
Průměr	832	215,84	Průměr	188,8	79,87	Průměr	133	46,3

	součet m.	součet s.
Souhrn primární produkce	5769	1710,05

LOUKA LOMNICE

květen			srpen			září		
	součet m.	součet s.		součet m.	součet s.		součet m.	součet s.
5 čt.	1010	438,5	5 čt.	1170,2	609,1	5 čt.	873	196,9
Průměr	202	87,7	Průměr	234	121,82	Průměr	174,6	39,4

	součet m.	součet s.
Souhrn primární produkce	3053,2	1244,5

LOUKA MATYÁŠ

květen			srpen			září		
	součet m.	součet s.		součet m.	součet s.		součet m.	součet s.
5 čt.	1535	459,13	5 čt.	1169,6	306	5 čt.	584	122,62
Průměr	307	91,83	Průměr	233,92	61,2	Průměr	116,8	24,52

	součet m.	součet s.
Souhrn primární produkce	3288,6	887,75

LOUKA VŘESOVÁ

	květen	
	součet m.	součet s.
5 čt.	2458	636,58
Průměr	491,6	127,32

	srpen	
	součet m.	součet s.
5 čt.	789,2	462,21
Průměr	157,84	92,44

	září	
	součet m.	součet s.
5 čt.	532	137,6
Průměr	106,4	27,5

	součet m.	součet s.
Souhrn primární produkce	3779,2	1236,39

SUKCESE VŘESOVÁ

	srpen	
	součet m.	součet s.
5 čt.	1996	714,19
Průměr	399,2	142,84

SUKCESE VINTÍŘOV

	srpen	
	součet m.	součet s.
5 čt.	434,2	130,28
Průměr	86,84	26,06

SUKCESE LOMNICE

	srpen	
	součet m.	součet s.
5 čt.	1897,5	509,78
Průměr	379,5	101,96

MOKŘAD KLÁRA

	srpen	
	součet m.	součet s.
5 čt.	1266	578,5
Průměr	253,2	115,7

MOKŘAD JEZÍRKA ZÁCHRANÁŘŮ

	srpen	
	součet m.	součet s.
5 čt.	2520	1252,37
Průměr	504	250,47

MOKŘAD SATR

srpen

	součet m.	součet s.
5 čt.	2067	556,6
Průměr	413,4	111,32

MOKŘAD VŘESOVÁ

srpen

	součet m.	součet s.
5 čt.	3177	499,56
Průměr	635,4	99,91

Souhrné tabulky primární produkce

Primární produkce se počítá ze sušiny. U luk je primární produkcí součet průměrů za každý měsíc (květen, srpen, září).

U sukcesí a mokřadů je primární produkcí, produkce sušiny za odběr v srpnu.

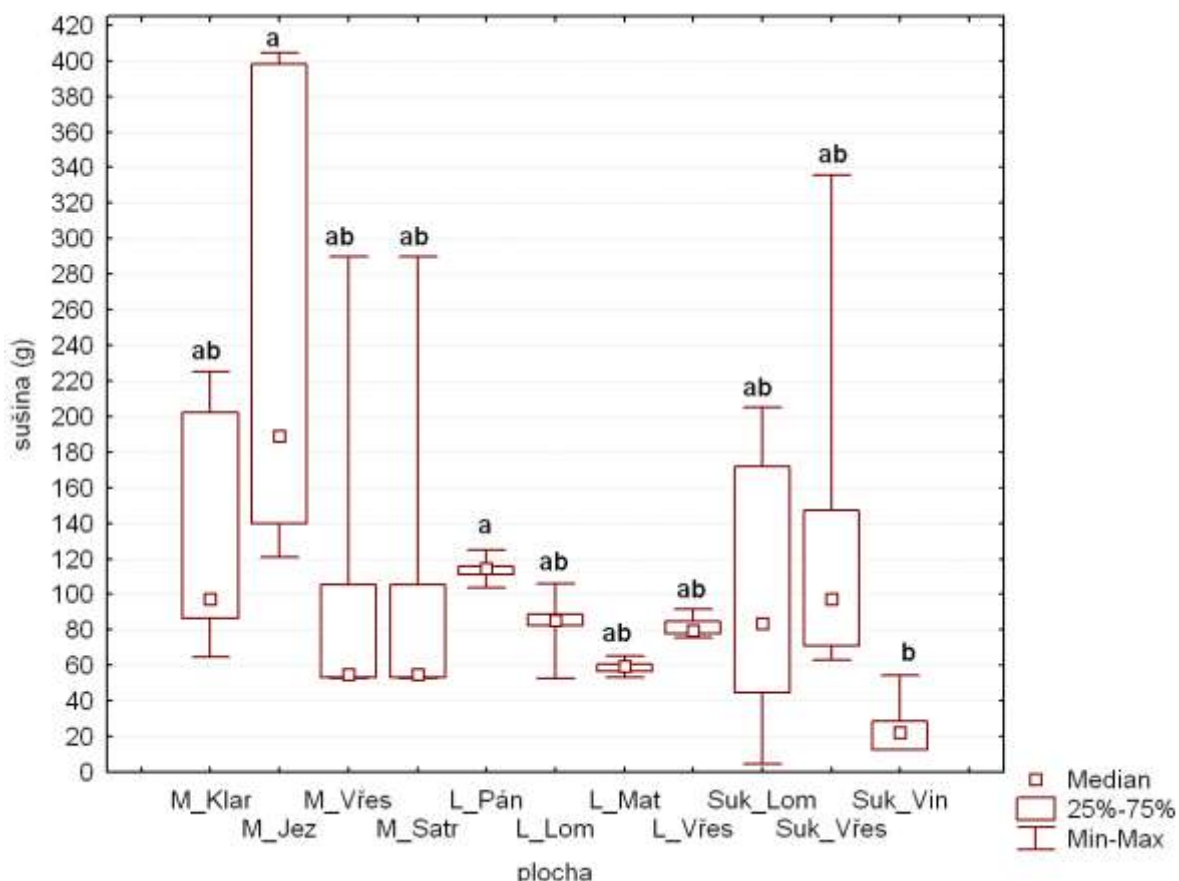
Součet sušiny za rok je u luk primární roční produkcí. U sukcese a mokřadů jde o maximální produkci biomasy, protože nebyla odstraněna stařina z předchozích vegetačních období.

Tabulka 35: Tabulka primární produkce jednotlivých lokalit (autor)

lokality	primární produkce (g)
Louka Panské	342
Louka Lomnice	249
Louka Matyáš	177,55
Louka Vřesová	247,2
Sukcese Vřesová	142,8
Sukcese Vintířov	26,1
Sukcese Lomnice	101,9
Mokřad Klára	115,7
Mokřad Jezírka z.	250,5
Mokřad Satr	111,3
Mokřad Vřesová	99,9

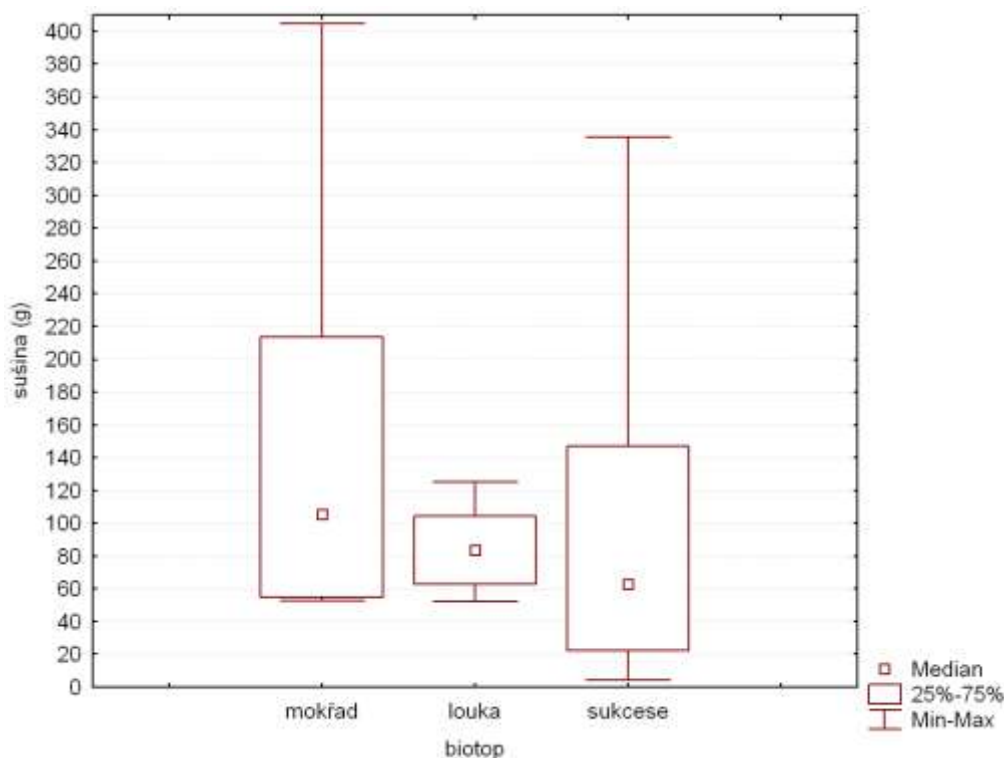
5.1. Statistické výsledky

Statisticky významný rozdíl v celkové produkci biomasy mezi jednotlivými biotopy nebyl zjištěn ($H = 4,473404$; $p = 0,1068$; $N = 55$) (graf 4). Byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými plochami těchto biotopů ($H = 26,04$; $p = 0,0037$; $N = 55$). Pomocí post-hoc testu se ale odlišovala pouze plocha Sukcese Vintířov od ploch Mokřad Jezírka a plochy Louky Pánské (graf 5). Kdy je **H** – testovací kritérium, **p** – hladina významnosti (pokud je $p > 0,05$ pak je test neprůkazný), **N** – počet pozorování



Graf 4: Rozdíly v celkové produkci biomasy mezi jednotlivými plochami sledovaných biotopů (Cudlín, 2013)

Vysvětlivky: M_Klar = mokřad Klára, M_Jez = mokřad Jezírka záchranářů, M_Vřes = mokřad Vřesová, M_Satr = Mokřad Satr, L_Pán = louka Pánské, L_Lom = louka Lomnice, L_Mat = louka Matyáš, L_Vřes = louka Vřesová, Suk_Lom = sukcese Lomnice, Suk_Vřes = sukcese Vřesová, Suk_Vin = Sukcese Vintířov



Graf 16: Rozdíly v celkové produkci biomasy mezi jednotlivými biotopy (Cudlín, 2013)

Výsledky těchto grafů (grafy 4 a 5) potvrzují předchozí výsledky (graf 1 - 3). Tyto statistické výsledky vycházejí z množství produkce sušiny nikoliv mokré biomasy.

Z výsledků vyplývá, že věk plochy má přímý vliv na produkci mokré biomasy. Tato skutečnost platí jen vzhledem k nízkému stáří ploch (pro starší plochy tato přímá úměra neplatí). Zkoumaná sukcesní plocha Vintířov ve stáří 3-5 let má jednoznačně nejnížší produkci mokré biomasy, ze všech zkoumaných ploch. V tomto případě se pak projevuje vliv umístění, kdy sukcese Vintířov je umístěna v nejvyšší nadmořské výšce ze všech sukcesních ploch, na velice suchém a slunném místě bez přístupu jakýchkoli živin. Oproti ní pak stejně stará sukcese Lomnice, která je položena v nižší poloze a obklopena úrodnými loukami, kdy zde hraje důležitou roli i nerovný mikrorelief, je jen o něco méně úrodná než sukcese Vřesová. Sukcese Vřesová má pak nejvyšší produkci mokré biomasy ze sukcesních ploch, což je způsobeno nejen jejím stářím, ale i tím, že se nachází na místě bývalé skládky bohaté na živiny.

Žádná ze sukcesních ploch nebyla ještě plně rekultivována a i to je důvodem, že v celkovém srovnání mají sukcese nejnížší medián (graf 5).

Dalším důležitým aspektem je pak tedy rekultivace. Mokřady, které byly rekultivovány řízenou sukcesí, mají nejvyšší produkci biomasy. Ta je ale ovlivněna i množstvím vody nacházející se zde, která příznivě ovlivňuje mikroklima. I mikrorelief napomáhá příznivé produkci biomasy, kdy mokřady nejsou zarovnané či urovnané, ale tvoří se zde různé příkopy a podobně, kde se rostlinstvu daří úspěšně růst a přecházet nepříznivé podmínky. Z mokřadů má pak nejvyšší produkci mokré biomasy mokřad Vřesová, který se nachází mimo VPV a má tak příhodnější podmínky pro růst biomasy, a to nejen přirozeným a nepřeměněným mikrorelieffem, ale i tím, že zde protéká nevysychající Chodovský potok. V porovnání sušiny má pak ale nejvyšší produkci mokřad Jezírka záchranářů a to proto, že zde roste převážně

rákos obecný (*Phragmites australis*) a třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), kdy rákos i po vysušení v sušárně nemění skokově svoji hmotnost. Mokřad Vřesová se v produkci sušiny dostává na poslední místo, což je způsobeno dominujícím rostlinstvem, kdy zde dominují byliny.

Mokřady jsou ovlivněny nejen svým položením, obklopenými stromy, které vyčerpávají podzemní vodu, ale především pak množstvím vody zde.

Obecně ale nebyly rozdíly mezi mokřady, kromě Vřesové při produkci mokré biomasy a Jezírka záchranářů při produkci sušiny, nikterak výrazné.

Z grafu 4 je pak zřetelné jisté rozkolísání produkce sušiny sukcese a mokřadů, nikoliv však luk. Tato rozkolísanost je způsobena již uvedenými aspekty, jako je například umístění plochy, obklopení stromy, mikroreliefem a mikroklimatem, ovlivněným množstvím vody zde, ať již stojící nebo protékající.

Stabilita luk je pak způsobena tím, že louky byly jako jediné ze zkoumaných biotopů zcela zemědělsky rekultivovány. Zarovnaním plochy a navezením kvalitní ornice a vysetím vhodné plodiny se tak vytváří podmínky pro vznik druhově bohatých luk. Proto nám v celkovém srovnání vychází v celku stabilní produkce všech luk.

Nejvyšší produkci z luk má louka Panské. Jak již bylo uvedeno výše, má tato louka vhodné umístění, kdy není nikterak zastíněna stromy, které by jí navíc odčerpávaly podzemní vodu a navíc je v blízkosti malý potůček, přestože vysychající.

Na této louce je dominantním druhem jetel luční (*Trifolium pratense*), který se používá jako osivo při rekultivacích. Z toho je zřejmé, že se zde toto osivo velice dobře uchytilo a jeho produkce je tak velmi vysoká.

Nejnižší produkci má louka Lomnice, kdy již bylo zmíněno, že se po rekultivačních pracích zařadila na seznam neúrodných půd, což je bohužel příklad špatně provedené rekultivace.

Kontrolní louka Vřesová mimo VPV, byla až jako druhá louka s nejvyšší produkcí. Prvenství louky Panské by se dalo považovat za veliký úspěch a příklad zdárné rekultivace. Důležitým faktorem je zde opět položení plochy, kdy louka Vřesová je ve vyšší nadmořské výšce než louka Panské a je obklopena lesy.

Zajímavým faktem je pak skutečnost, že se od sebe jednotlivé biotopy (graf 8) příliš neliší v mediánu. To je způsobeno nejen různým stářím biotopů, jejich položením, ale především okolními podmínkami. Vliv mikroreliefu a mikroklimatu je zde nepopíratelný.

6. Diskuze:

Sokolovská hnědouhelná pánev nacházející se v severozápadních Čechách byla během posledních 50 let významně ovlivněna těžbou. Povrchová těžba ovlivňuje celý vzhled krajiny, při následné rekultivaci je tak potřeba myslet na obnovu všech zničených ekosystémů. Je proto nezbytné vycházet z historických zdrojů a poučit se z chyb, které zabránily úspěšné rekultivaci (Gillarová et al., 2008).

V současné době se ale odborníci nejsou schopni dohodnout, zda dát přednost rekultivaci či spontánní sukcesi. Stále je však na většině území výsypek praktikována především metoda rekultivací a spontánní sukcesi se ponechávají spíše hůře dostupná až extrémní místa.

Důležité je ale uvědomit si, že člověk nemůže vždy a vše cíleně řídit (Jongepierová, 2012). Například přílišné intenzivní hospodaření s přemírou hnojení nebo například odvodňování, vede k narušení rovnováhy nelesních společenstev (Haková a Wotavová, 2004). Vytvoření druhově bohatých a zajímavých porostů nelesních společenstev závisí především tedy na cíleném managementu (Bakker, 1989 IN Haková a Wotavová, 2004).

Velkoplošné rekultivační postupy byly započaty již v letech 1960, ale tehdy ještě nebylo příliš dbáno na předchozí vzhled krajiny a její přírodní poměry. A to i přesto, že v 80. letech už byla známa velice levná metoda spontánní sukcese (Prach, 1982), tyto vědecké poznatky však byly opomíjeny (Jongepierová, 2012).

Až o mnoho let později se začíná také brát v potaz ochrana přírody a s tím spojené šetrné obnovování přírody porušené těžbou. I nyní však nalezneme místa, kde šetrná obnova přírody není prioritou. Příkladem tak mohou být již zmíněné rychle rostoucí lesy pro využití dřevin.

V dnešní době je však těžké najít i kdekoli jinde mimo výsypku přírodu neovlivněnou lidskou činností. Posledními těmito místy jsou národní parky, chráněné krajinné oblasti a opuštěná vojenská cvičiště, která se nyní snaží pod svou správu vzít různé ochranné organizace. Příkladem je budoucí vyhlášení chráněné krajinné oblasti Brdy, dřívějšího vojenského území, které pod svou správu získá AOPK ČR.

Tato vojenská území jsou neobhospodařována a tak ponechána přirozené sukcesi. I některá místa na VPV jsou ponechána přirozené sukcesi a nedotčena jakýmkoli managementem. Příkladem jsou naše 3 zkoumané sukcesní plochy Vintířov, Vřesová a Lomnice.

Výsypky nejdříve osidlují druhy jako je podběl lékařský (*Tussilago farfara*), pcháč obecný (*Cirsium vulgare*), hořčice polní (*Sinapis arvensis*) nebo ředkevník galský (*Erucastrum gallicum*). Teprve kolem 6. roku od nasypání se zde objevuje třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), mrkev obecná (*Daucus carota*) a pastinák setý (*Pastinaca sativa*) a některé druhy keřů a stromů, které postupně zastiňují bylinné patro, které se tím rapidně zmenšuje (Velichová, 2005).

Tato studie je potvrzena i mým výzkumem, kdy na sukcesní ploše Vintířov nebyly nalezeny téměř žádné trávy, ale velké množství podbělu lékařského. Na sukcesi Lomnice pak byl nalezen spíše rákos obecný než třtina křovištní a i zde bylo větší množství podbělu lékařského.

Nejstarší ze sukcesních ploch, sukcese Vřesová má již stáří asi 10 - 15 let, i tady se tak potvrzuje předchozí studie, neboť se zde ve velké míře objevuje právě třtina.

Dle Prach et al., (2008) jsou ale nejhojněji se vyskytujícími druhy rostlin v počátcích sukcese třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), rákos obecný (*Phragmites australis*), bez černý (*Sambucus nigra*), ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*) a podběl lékařský (*Tussilago farfara*). Dominujícími druhy na počátku osidlování jsou pak hlavně třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*) a podběl lékařský (*Tussilago farfara*) (Prach et al., 2008).

Čili obě studie (Velichová, 2005; Prach et al., 2008) potvrzuje i můj výzkum.

Dále Velichová (2005) uvádí, že díky spontánní sukcesi je možno během cca 30 let očekávat polopřirozený charakter vegetace výsypek. Toto stanovisko svým výzkumem potvrdit nemohu, neboť studované sukcesní plochy nebyly takového stáří.

Spontánní sukcese může být v některých případech nejrozumnější způsob jak šetrně obnovit lokality dotčené těžbou (Frouz, 2006). Dle odborníků (Prach, 2006) se zde vytváří velice pestré a mnohdy i ojedinělé biotopy.

Dalším typem je pak řízená sukcese, která byla v našem výzkumu uplatněna na třech mokřadních plochách, vyskytujících se na VPV. Jediným mokřadem bez řízené sukcese byl mokřad Vřesová, mimo VPV. Dle Vráblikové a Vráblika (2009b) se řízená sukcese užívá na malých plochách, kde již probíhá spontánní sukcese. Tato místa jsou upravena tak, aby území rozčlenila a dotvořila, ale jinak jsou ponechána přirozeným procesům. Typickým příkladem jsou právě všechny mnou zkoumané mokřady. Řízená sukcese podporuje vznik různorodých typů krajiny, jež jsou ekologicky velmi stabilní (Vrábliková a Vráblik, 2009b).

Dle studie Krásky (2012) vyplývá významný výskyt rákosu obecného (*Phragmites australis*) na mokřadních plochách. Dominantním je pak především ve východní části výsypky, kdy tvoří až monocenózní porosty.

Tuto studii potvrzuje i můj výzkum, kdy na dvou (mokřad Klára a mokřad Jezírka záchranářů) ze tří mokřadů na VPV byl určen jako dominující druh právě rákos.

Výskyt psinečku (*Agrostis stolonifera*) je pak na plochách, kde dochází k náhlému zaplavení celého mokřadu vlivem například silných srážek (Krásky, 2012). Psineček byl i při mém výzkumu určen jako dominující na mokřadu Satr na VPV, který bývá sezónně zaplavován.

Mokřad Vřesová, mimo VPV se těmto faktům vymyká a to i proto, že vznikl přirozeně a nikoliv řízenou sukcesí.

Posledním zkoumaným biotopem byly louky. Všechny louky na VPV vznikly rekultivací, pouze louka mimo VPV vznikla zemědělským procesem. Tyto louky mají vcelku stabilní produkci a rozdíly nejsou nijak významné, což je způsobeno právě rekultivací.

Zemědělská rekultivace se provádí na území, která byla po dobu těžby vyňata ze ZPF a po dokončení těžby se počítá s jejím opětovným zemědělským využitím (Gremlica et al., 2011). K těmto rekultivacím se používají jetelotravní směsi, při poměru jetele ku trávám, 60- 70% : 40-30%. Kdy mezi vhodné jeteloviny patří například jetel plazivý a zvrhlý, úročník lékařský, komonice bílá nebo štírovník růžkatý. Mezi vhodné traviny řadíme například srhu laločnatou, ovsík vyvýšený, kostřavu červenou a luční či bojínek luční (Kryl et al., 2002).

Čímž se vysvětlují dominující druhy na zkoumaných loukách. Louka Panské je tedy ukázkou velice zdařilé rekultivace, kdy její produkce byla nejvyšší ze všech zkoumaných luk s převládajícím výskytem jetele a srhy. Pouze louka Matyáš nemá dominující žádnou travu ale bylinu, což je způsobeno jejím vysokým stářím.

Veškerá biomasa byla sbírána metodou destruktivního odběru nadzemní biomasy. Problematika zvolené metody spočívá například v nevhodně zvoleném opakování odběrů, přílišné časnosti odběru nebo naopak v pozdním odběru, ale problémem je do značné míry i nepřesnost při vytyčování ploch odběru. Při užití metody destruktivního odběru biomasy je nutné počítat až s 10% tolerovanou chybou nepřesnosti, je dobré se však pokusit tuto nepřesnost co nejvíce snížit (Jakrlová, 1987 IN Rychnovská, 1987).

Další nevýhodou zvolené metody byla její časová náročnost. A to nejen při třídění biomasy na jednotlivé rostlinné druhy, ale i při sběru biomasy, kdy bylo nejen třeba vystříhat biomasu, ale bylo potřeba i odměřit a vytyčit jednotlivá stanoviště. To, že biomasa musí být sušena v sušárně, celý proces výzkumu velice prodloužil.

Ani finanční náročnost nesmí být opominuta, cesta autem na výsypku, po ní a zpět, mnohdy čítala i 60 Km. Další drobnou položkou pak byly plastové pytle na biomasu z jednotlivých odběrů a papírové obaly na vytříděnou biomasu.

Výhodou ale jistě byla dobrá dostupnost, kdy Sokolovská uhelná a.s., ČZU bezplatně poskytuje výsypku k bádání. Takže i přestože je výsypka hlídána kvůli množství zlodějů, nebyl problém získat povolení k vjezdu a celý den se pohybovat po výsypce.

Nespornou výhodou byla i celková technická jednoduchost celého odběru. Výsledky odběrů byly stanoveny váhově a to jak váhou mokré biomasy, tak váhou sušiny. Výsledky byly porovnány a poté i statisticky zpracovány.

7. Závěr:

Cílem této diplomové práce bylo stanovit produkci biomasy na vybraných biotopech na Velké podkrušnohorské výsypce (VPV) a mimo ni. Celkem bylo vybráno 11 lokalit zahrnující louky, mokřady a sukcesní plochy. Kromě sukcesních ploch, které se v kulturní krajině nevyskytují, měly oba další biotopy stanoveny kontrolní plochu mimo VPV. Produkce biomasy byla stanovena metodou destruktivního odběru nadzemní biomasy. Biomasa mokřadů a sukcesních ploch byla odebrána 1x v srpnu 2012, při nejvyšší produkci biomasy. Louky pak byly odebrány celkově 3x a to v květnu, srpnu a září 2012, jelikož louky byly celkem 2x během sledovaného období posekány.

Na každé lokalitě bylo stanoveno 5 odběrových čtverců a každý odběr z jednotlivého čtverce byl tříděn na kategorie lipnicovité, šáchorovité a sítinovité dohromady, byliny a bobovité. Množství produkce bylo jak u mokré tak i následně u suché biomasy určeno váhově. Zajímavým faktem bylo, že po vysušení mokré biomasy v sušárně na ČZU, docházelo ke změnám celkového pořadí v množství produkce. Důvodem byla odlišná rostlinná skladba jednotlivých lokalit.

Druhým úkolem bylo zjistit rozdíly mezi produkcí biomasy na plochách na výsypce a mimo ni. A to nejen mokré biomasy, ale i sušiny. Můj osobní předpoklad byl, že lokality mimo VPV budou mít mnohem vyšší produkci biomasy než lokality na VPV. Tato hypotéza nebyla zcela potvrzena. Kontrolní mokřad Vřesová sice tuto hypotézu potvrdil a dokonce měl i nejvyšší produkci biomasy ze všech zkoumaných biotopů, ale při usušení na sušinu byla jeho hmotnost nejnižší ze všech sledovaných mokřadů. Což bylo způsobeno rostlinným složením.

Naproti tomu mokřad Jezírka záchranářů, který měl druhou nejvyšší produkci biomasy, měl po usušení nejvyšší hmotnost sušiny a to i vzhledem ke všem zkoumaným biotopům. Vysoká míra produkce je zde způsobena přítomností nevysychajícího jezírka a tím i vhodným mikroklimatem.

Další kontrolní plocha, louka Vřesová měla jen druhou nejvyšší produkci mokré biomasy z luk, a tak předchozí domněnku nepotvrdila. Důvodem byla zřejmě velice vhodná poloha louky Panské, ale i příznivé okolní prostředí pro růst rostlinstva a zdařilost provedené rekultivace, takže tato louka jednoznačně dominovala svou produkcí mokré biomasy. I po usušení byla hmotnost sušiny louky Panské nejvyšší, kdežto sušina louky Vřesové byla až na třetím místě.

Jelikož sukcesní plochy neměly žádnou kontrolní lokalitu, porovnání produkce biomasy bylo provedeno jen mezi sukcesními plochami na VPV. Nejvyšší produkci mokré biomasy měla sukcese Vřesová, která nejenže je starší než ostatní sukcese, čili je zde zřejmý zápoj vegetačního krytu, ale navíc se nachází na bývalé skládce. Přesto rozdíl se sukcesí Lomnice nebyl až tak razantní, což by mohlo být způsobeno umístěním této sukcesní plochy mezi okolní úrodné louky. Sukcese Vintířov je pak naprosto nevhodně umístěna a právě proto byla její produkce mokré i suché biomasy nejnižší a to i vzhledem ke všem zkoumaným biotopům. Dostí překvapivé bylo zjištění, že produkce sukcesních ploch je srovnatelná s produkcí luk, což je způsobeno množstvím živin na sukcesních plochách.

Z celkového pohledu nebyly rozdíly mezi jednotlivými biotopy nijak významné. Při porovnání sušiny se výrazně lišily pouze jednotlivé plochy a to louka Panské, která měla vysokou hmotnost sušiny, mokřad Jezírka záchranářů, kdy i tento mokřad měl výrazně vyšší hmotnost sušiny a posledním lišícím se, byla sukcesní plocha Vintířov, kdy její hmotnost sušiny byla nejnižší ze všech lokalit.

Literatura:

- Ambrožová, J., 2003: Aplikovaná a technická hydrobiologie. VŠCHT Praha. ISBN: 80-7080-521-8.
- Bakker, J.P., 1989: Nature management by grazing and cutting. Kluwer Academic Publishers. Londýn, 400 IN Hakrová, P., Wotavová, K., 2004: Změny druhového složení a struktury druhově chudých porostů v závislosti na managementu. Aktuality šumavského výzkumu II., 256-261.
- Bejček, V., Sklenička, P., Šťastný, K., 2006: Lze využít přirozenou sukcesii při rekultivaci výsypek? EH-Ekologie – společenstva. Veronica 1/ 20, 1-4.
- Blakesley, D., Hardwick, K., Elliott, S., 2002: Research needs for restoring tropical forests in Southeast Asia for wildlife conservation: framework species selection and seed propagation. New Forest 24, 165–174.
- Bodlák, L., Křováková, K., Nedbal, V., Pechar, L., 2012: Assessment of landscape functionality changes as one aspect of reclamation quality – the case of Velka podkrušnohorská dump, Czech Republic. Ecological Engineering 43, 19– 25.
- Bradshaw, A., 1997: Restoration of mined lands—using natural processes. Ecological Engineering 8, 255–269.
- Brom, J., Nedbal, V., Procházka, J., Pecharová, E., 2012: Changes in vegetation cover, moisture properties and surface temperature of a brown coal dump from 1984 to 2009 using satellite data analysis. Ecological Engineering 43, 45-52.
- Broumová, H., Novotná, K., Šimová, I., 2007: Výsypka po těžbě hnědého uhlí – unikátní krajinný novotvar. Projekt Reregions – 2. Mezinárodní konference. INTERREG IIIC.
- Čermák, P., Kohel, J., Balcarová, E., Měšková, L., Jarošová, I. 2000: Vodní režim antropogenních půd. Zpravodaj Hnědé uhlí, 4: 47–54 IN 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.
- Domec, J.C., King, J.S., Noormets, A., Treasure, E., Gavazzi, M.J., Sun, G., McNulty, S.G., 2010: Hydraulic redistribution of soil water by roots affects whole-stand evapotranspiration and net ecosystem carbon exchange. New Phytol. 187, 171–183 IN Brom, J., Nedbal, V., Procházka, J., Pecharová, E., 2012: Changes in vegetation cover, moisture properties and surface temperature of a brown coal dump from 1984 to 2009 using satellite data analysis. Ecological Engineering 43, 45-52.

- Fitter, A.H., Hay, R.K.M., 2002: Environmental Physiology of Plants, 3rd ed. Academic Press, London IN Brom, J., Nedbal, V., Procházka, J., Pecharová, E., 2012: Changes in vegetation cover, moisture properties and surface temperature of a brown coal dump from 1984 to 2009 using satellite data analysis. *Ecological Engineering* 43, 45-52.
- Frouz, J., Pižl, V., Tajovský, K., Balik, V., Háněl, L., Starý, J., Lukešová, A. and Nováková A. 2001a: Development of soil biota in post mining forest sites established by reclamation and spontaneous succession – preliminary results of an ongoing study. Institute of soil biology, AS CR, Czech Republic. Grant No. 526/01/1055. 122-129.
- Frouz, J., Keplin, B., Pižl, V., Tajovský, K., Starý, J., Lukešová, A., Novakova, A., Balik, V., Haněl, L., Materna, J., Duker, Ch., Chalupský, J., Rusek, J., Heinkele, T., 2001b: Soil biota and upper soil layers development in two contrasting post-mining chronosequences. *Ecological Engineering* 17, 275–284.
- Frouz, J., Novakova, A., 2005: Development of soil microbial properties in top soil layer during spontaneous succession in heaps after brown coal mining in relation to soil microstructure development. *Geoderma* 129, 54–64.
- Frouz, J., Elhottová, D., Kuráž, V., Šourková, M., 2006: Effects of soil macrofauna on other soil biota and soil formation in reclaimed and unreclaimed post mining sites: Results of a field microcosm experiment. *Applied Soil Ecology* 33, 308–320.
- Frouz, J., 2006: Soil and soil biota in reclaimed and non-reclaimed post mining sites. Paper was presented at the 2006 Billings Land Reclamation Symposium, June 4-8, 2006, Billings MT and jointly published by BLRS and ASMR, R.I. Barnhisel (ed.) 3134 Montavesta Rd., Lexington, KY 40502.
- Frouz, J., Prach, K., Pižl, V., Háněl, L., Starý, J., Tajovský, K., Materna, J., Balík, V., Kalčík, J., Řehounková, K., 2008: Interactions between soil development, vegetation and soil fauna during spontaneous succession in post mining sites. *Eur. J. Soil Biol.* 44, 109–121.
- Gillarová, H., Trpák, P., Trpáková, I., Sýkorová, Z., Pecharová, E., 2008: Landscape memory as a solution of the ecological stability of the territory after mining. *Gospodarka surowcami mineralnymi. Zeszyt* 3/1, 289-298.
- Gremlica, T., Cílek, V., Vrabec, V., Zavadil, V., Lepšová, A., 2011: Využívání přirozené a usměrňované ekologické sukcese při rekultivacích území dotčených těžbou nerostných surovin. Metodika je určena pro organizace zabývající se těžbou nerostných surovin a rekultivacemi a pro vlastníky pozemků dotčených těžbou nerostných surovin. Metodika je využitelná také orgány státní správy dotčené procesem těžby nerostných surovin, zejména v oblasti životního prostředí.

- Guggenberger, G., Thomas, R.J., Zech, W., 1996: Soil organic matter within earthworm casts of an anecic-endogeic tropical pasture community, Colombia. *Appl. Soil Ecol.* 3, 263–274 IN Frouz, J., Elhottová, D., Kuráž, V., Šourková, M., 2006: Effects of soil macrofauna on other soil biota and soil formation in reclaimed and unreclaimed post mining sites: Results of a field microcosm experiment. *Applied Soil Ecology* 33, 308–320.
- Hakrová, P., Wotavová, K., 2004: Změny druhového složení a struktury druhově chudých porostů v závislosti na managementu. *Aktuality šumavského výzkumu II.*, 256-261.
- Helingerová, M., Frouz, J., Šantrůčková, H., 2010: Microbial activity in reclaimed and unreclaimed post-mining sites near Sokolov (Czech Republic). *Ecological Engineering* 36, 768–776.
- Hodačová, D., Prach, K., 2003: Spoil Heaps From Brown Coal Mining: Technical Reclamation Versus Spontaneous Revegetation. *Restoration Ecology* Vol. 11 No. 3, 385–391.
- Huston, M. A. 2004: Management strategies for plant invasions: manipulating productivity, disturbance, and competition. *Diversity and Distribution* 10, 167–178 IN Prach, K., Hobbs, R.J., 2008: Spontaneous Succession versus Technical Reclamation in the Restoration of Disturbed Sites. *Restoration Ecology* Vol. 16, No. 3, 363–366.
- Chytrý, M., Kučera, T., Kočí, M., Šumberová, K., Sádlo, J., Neuhauslová, Z., Hájek, M., Rybníček, K., Krahulec, F., Kučerová, A., Kolbek, J., Husák, Š., 2001: Katalog biotopů České republiky. AOPK ČR. ISBN 80-86064-55-7.
- Jakrlová, J., 1987: Destruktivní stanovení nadzemní biomasy. IN Rychnovská, M., Balátová-Tuláčková, E., Bár, I., Fiala, K., Gloser, J., Jakrlová, J., Makušová, Z., Tesařová, M., Úlehlová, B., Zelaná, V., 1987: *Metody studia travinných ekosystémů*. Academia, nakladatelství Československé akademie věd Praha. ISBN: 21-119-87.
- Jiskra, J., 2000: Z historie hornictví v obci Dolní a Horní Rychnov 1793 – 1993. *Obecní úřad Dolní Rychnov* IN Pecharová, E., Sýkorová, Z., Šťastný, J., 2008: Rekultivace jako nástroj obnovy funkce vodního režimu krajiny po povrchové těžbě hnědého uhlí. *Ochrana krajinných území, výzkumná zpráva*.
- Jongepierová, I., Pešout, P., Jongepier, J.W., Prach, K., 2012: *Ekologická obnova v České republice*. AOPK ČR. ISBN: 978 -80 -87457 -31 -3.
- 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.
- Klomínský, J., 1995: Geological Atlas of the Czech Republic. Stratigraphy. Czech Geological Survey, Prague, p. 22 IN Kříbek, B., Strnad, M., Boháček,

- Z., Sýkorová, I., Čejka, J., Sobalík, Z., 1998: Geochemistry of Miocene lacustrine sediments from the Sokolov Coal Basin Czech Republic. *International Journal of Coal Geology* 37. 207–233.
- Kovář, P., editor. 2004: Natural recovery of human-made deposits in landscape (biotic interactions and ore/ash-slag artificial ecosystems). Academia, Praha, Czech Republic IN Prach, K., Hobbs, R.J., 2008: Spontaneous Succession versus Technical Reclamation in the Restoration of Disturbed Sites. *Restoration Ecology* Vol. 16, No. 3, 363–366.
 - Kryl, V., Frohlich, E., Sixta, J., 2002: Zahlazení hornické činnosti a rekultivace. VŠB. ISBN: 80-248-0111-6.
 - Kříbek, B., Strnad, M., Boháček, Z., Sýkorová, I., Čejka, J., Sobalík, Z., 1998: Geochemistry of Miocene lacustrine sediments from the Sokolov Coal Basin (Czech Republic). *Int. J. Coal Geol.* 37, 207– 233.
 - Kuráž, V., Frouz, J., Kuráž, M., Mako, A., V. Shustr, V., Cejpek, J., Romanov, O.V. and Abakumov, E.V., 2012: Changes in Some Physical Properties of Soils in the Chronosequence of Self_Overgrown Dumps of the Sokolov Quarry–Dump Complex, Czechia. ISSN 1064_2293, *Eurasian Soil Science*, Vol. 45, No. 3, 266–272.
 - Maňour, J., 2001: Eia, posuzování vlivů na životní prostředí. Nová zákon o posuzování vlivů záměrů na životní prostředí a hornická činnost. Č.3/2001, ročník VI.
 - McPherson, R.A., 2007: A review of vegetation – atmosphere interactions and their influences on mesoscale phenomena. *Prog. Phys. Geogr.* 31, 261–285 IN Brom, J., Nedbal, V., Procházka, J., Pecharová, E., 2012: Changes in vegetation cover, moisture properties and surface temperature of a brown coal dump from 1984 to 2009 using satellite data analysis. *Ecological Engineering* 43, 45-52.
 - Mergl, M., 1997: Geologická exkurse v okolí Sokolova a Lokte. Pedagogické centrum Plzeň IN Pecharová, E., Sýkorová, Z., Šťastný, J., 2008: Rekultivace jako nástroj obnovy funkce vodního režimu krajiny po povrchové těžbě hnědého uhlí. Ochrana krajinných území, výzkumná zpráva.
 - Mikoláš, M., 2009: Geotechnical soil properties of Podkrušnohorská overburden dump. *GeoScience Engineering LV (2)*, 43–50.
 - Moravec, J., Blažková, D., Hejný, S., Husová, M., Jeník, J., Kolbek, J., Krahulec, F., Krečmer, V., Kropáč, Z., Neuhausl, R., Neuhauslová – Novotná, Z., Rybníček, K., Rybníčková, E., Samek, V., Štěpán, J., 1994: *Fytocenologie*. Academia Praha. ISBN: 80-200-0457-2.
 - Mudrák, O., Frouz, J., Velichová, V., 2010: Understory vegetation in reclaimed and unreclaimed post-mining forest stands. *Ecological Engineering* 36, 783–790.

- Pecharová, E., Hais, M., Svoboda, I., 2006: Changes in landscape energy balance as a result of different land use during three time periods. *Ekologia Bratislava*, 25, Suppl. 3/2006: 205-215.
- Pecharová, E., Sýkorová, Z., Šťastný, J., 2008: Rekultivace jako nástroj obnovy funkce vodního režimu krajiny po povrchové těžbě hnědého uhlí. *Ochrana krajinných území, výzkumná zpráva*.
- Pecharová, E., Martiš, M., Kašparová, I., Zdražil, V., 2011: Environmental approach to methods of regeneration of disturbed landscapes. *Journal of Landscape Studies* 4, 71 – 80.
- Pešek, J., Adámek, J., Brzobohatý, R., Bubík, M., Cicha, I., Dašková, J., Doláková, N., Elznic, A., Fejfar, O., Franců, J., Hladilová, Š., Holcová, K., Honěk, J., Hoňková, K., Jurková, Z., Krásný, J., Krejčí, O., Kvaček, J., Kvaček, Z., Macůrek, V., Opluštil, S., Mikuláš, R., Pálenský, P., Rojík, P., Skupien, P., Spudil, J., Sýkorová, I., Šikula, J., Švábenická, L., Teodoridis, V., Titl, F., Tomanová-Petrová, P., Ulrych, J., 2010: Terciérní pánve a ložiska hnědého uhlí České republiky. *Česká geologická služba*.
- Piao, S., Friedlingstein, P., Ciais, P., de Noblet-Ducoudre, N., Labat, D., Zaehle, S., 2007: Changes in climate and land use have a larger direct impact than rising CO₂ on global river runoff trends. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 104, 15242–15247 IN Brom, J., Nedbal, V., Procházka, J., Pecharová, E., 2012: Changes in vegetation cover, moisture properties and surface temperature of a brown coal dump from 1984 to 2009 using satellite data analysis. *Ecological Engineering* 43, 45-52.
- Pokorný, J., 2001: Dissipation of solar energy in landscape - controlled by management of water and vegetation. *Renew. Energy* 24, 641–645 IN Brom, J., Nedbal, V., Procházka, J., Pecharová, E., 2012: Changes in vegetation cover, moisture properties and surface temperature of a brown coal dump from 1984 to 2009 using satellite data analysis. *Ecological Engineering* 43, 45-52.
- Pokorný, J., Květ, J., Rejšková, A., Brom, J., 2010: Wetlands as energy-dissipating systems. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 37, 1299–1305 IN Brom, J., Nedbal, V., Procházka, J., Pecharová, E., 2012: Changes in vegetation cover, moisture properties and surface temperature of a brown coal dump from 1984 to 2009 using satellite data analysis. *Ecological Engineering* 43, 45-52.
- Prach, K., 1987: Succession of vegetation on dumps from strip coal mining, N. W. Bohemia, Czechoslovakia. *Folia Geobot. Phytotax*, Praha, 22, p. 339-354 IN Frouz, J., 2006: Soil and soil biota in reclaimed and non-reclaimed post mining sites. Paper was presented at the 2006 Billings Land Reclamation Symposium, June 4-8, 2006, Billings MT and jointly published by BLRS and ASMR, R.I. Barnhisel (ed.) 3134 Montavesta Rd., Lexington, KY 40502.

- Prach, K. and Pyšek, P., 1994: Spontaneous Establishment of Woody Plants in Central European Derelict Sites and Their Potential for Reclamation. *Restoration Ecology*, 2: 190–197 IN 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.
- Prach, K., Pyšek, P., Bastl, M., 2001: Spontaneous vegetation succession in humandisturbed habitats: a pattern across seres. *Appl. Veg. Sci.* 4, 83–88. IN Mudrák, O., Frouz, J., Velichová, V., 2010: Understory vegetation in reclaimed and unreclaimed post-mining forest stands. *Ecological Engineering* 36, 783–790.
- Prach, K., 2006: Priroda pracuje zadarmo. Technicke nebo prirodni rekultivace? *Vesmir* 85, 272 – 277.
- Prach, K., Hobbs, R.J., 2008: Spontaneous Succession versus Technical Reclamation in the Restoration of Disturbed Sites. *Restoration Ecology* Vol. 16, No. 3, 363–366.
- Prach, K., Bastl, M., Konvalikova, P., Kovar, P., Novák, J., Pyšek, P., Řehounková, K., Sádlo, J., 2008: Sukcese vegetace na antropogenních stanovištích v České republice – přehled dominantních druhů a stadií. *AOPK ČR, Priroda* 26: 5-26. ISBN: 978 – 80 – 87051 – 48 – 1.
- Pravda, L., 2004: Biomasa jako obnovitelný zdroj energie. *Energie z biomasy III – seminár*. Vysoké učení technické v Brne.
- Rebele, F., Lehman, C., 2002: Restoration of a landfill site in Berlin, Germany by spontaneous and directed succession. *Restor. Ecol.* 10, 340–347 IN Mudrák, O., Frouz, J., Velichová, V., 2010: Understory vegetation in reclaimed and unreclaimed post-mining forest stands. *Ecological Engineering* 36, 783–790.
- Recher, H. F., 1989: Colonization of reclaimed land by animals: an ecologist’s overview. Pages 441–448 in J. D. Majer, editor. *Animals in primary succession—the role of fauna in reclaimed lands*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. IN Tajovsky, K., 2001: Colonization of Colliery Spoil Heaps by Millipedes (Diplopoda) and Terrestrial Isopods (Oniscidea) in the Sokolov Region, Czech Republic. *Restoration Ecology* Vol. 9 No. 4, pp. 365–369.
- Rothbauer, I.M., Svoboda, I., Jilek, J., Šobr, M., Hrdlicka, P., Wichsova, M., Beranek, K., Bohacova, M., Cihlař, M., Kacirek, F., Lejskova, K., 2003: Uzemni prognoza uzemi dotceneno tezbou hnedeho uhli na Sokolovsku. *Pruzkumy a rozbor*y. Krajsky uřad Karlovy Vary.
- Rothe, A., Huber, C., Kreutzer, K., Weis, W., 2002: Deposition and soil leaching in stands of Norway spruce and European Beech: results from the Hoglwald research in comparison with other European case studies. *Plant Soil* 240, 33–45. IN Mudrák, O., Frouz, J., Velichová, V., 2010: Understory

vegetation in reclaimed and unreclaimed post-mining forest stands. *Ecological Engineering* 36, 783–790.

- Rothmaler, W. 1994. *Exkursionsflora von Deutschland*. G. Fischer, Jena und Stuttgart, Germany IN Hodačová, D., Prach, K., 2003: Spoil Heaps From Brown Coal Mining: Technical Reclamation Versus Spontaneous Revegetation. *Restoration Ecology* Vol. 11 No. 3, 385–391.
- Rychnovská, M., Balátová-Tuláčková, E., Bár, I., Fiala, K., Gloser, J., Jakrlová, J., Makušová, Z., Tesařová, M., Úlehlová, B., Zelaná, V., 1987: *Metody studia travinných ekosystémů*. Academia, nakladatelství Československé akademie věd Praha. ISBN: 21-119-87.
- Řehounek, J., Řehouňková, K., Prach, K., 2010: *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi*. Calla. ISBN 978-80-87267-09-7.
- SER (Society for Ecological Restoration International Science&Policy Working Group) 2004: *The SER International Primer on Ecological Restoration* (available from <http://www.ser.org>) accessed in July 2005. Society for Ecological Restoration International, Tucson, Arizona.
- Severočeské doly, a.s., Chomutov, 2009: *Hornické listy XVII.*, 8-10.
- Sklenička, P., 2003: *Základy krajinného plánování*. ČZU Praha. ISBN: 80-903206-1-9.
- Somodi, I., Viragh, K., Podani, J., 2008: The effect of the expansion of the clonal grass *Calamagrostis epigejos* on the species turnover of a semi-arid grassland. *Appl. Veg. Sci.* 11, 187–192 IN Mudrák, O., Frouz, J., Velichová, V., 2010: Understorey vegetation in reclaimed and unreclaimed post-mining forest stands. *Ecological Engineering* 36, 783–790.
- Svoboda, I., Pecharová, E., Příkryl, I., Kašparová, I., 2008: *The Development of Future Lakes in Opencast Mine Residual Pits in the Krušné Mountain Region of the Czech Republic*,
- Sýkorová, Z., Šťastný, J., 2008: *Rekultivace jako nástroj obnovy funkce vodního režimu krajiny po povrchové těžbě hnědého uhlí - Posttěžební krajina*.
- Šourková, M., Frouz, J., Fettweis, U., Bens, O., Huttl, R.F., Šantrůčková, H., 2005: Soil development and properties of microbial biomass succession in reclaimed post mining sites near Sokolov (Czech Republic) and near Cottbus (Germany). *Geodetka* 129, 73–80.
- Štýs, S., Dimitrovský, K., Jonáš, F., Konstruch, J., Neuberg, Š., Pařízek, J., Patejdl, C., Smolík, D., Špiřík, F., Thiele, V., Toběrná, V., Vesecký, J., 1981: *Rekultivace na území postiženou těžbou nerostných surovin*. SNTL, Praha. Typové číslo: L15-B2-IV-31/41757. ISBN: 04-417-81

- Valeš, J., Kubizňák, K., Boršiová, J., Zmítko, J., Růžička, J., 2003: Koncepce řešení ekologických škod vzniklých před revitalizací hnědouhelných těžebních společností v Ústeckém a Karlovarském kraji. Kapitola 9. Rekultivace, závěrečná sanace a revitalizační opatření v oblasti Sokolov-východ, Sokolovské pánve.
- Van Oijen, D., Feijen, M., Hommel, P., Den Ouden, J., De Waal, R., 2005: Effects of tree species composition on within-forest distribution of understorey species. *Appl. Veg. Sci.* 8, 155–166 IN Mudrák, O., Frouz, J., Velichová, V., 2010: Understorey vegetation in reclaimed and unreclaimed post-mining forest stands. *Ecological Engineering* 36, 783–790.
- Vojar, J., Doležalová, J., Solský, M., 2012: Hnědouhelné výsypky – nová příležitost (nejen) pro obojživelníky. *Ochrana přírody* 3/2012.
- Volný, S., 1985: Deteriorizace a rekultivace krajiny, VŠZ v Brně, 187 s. IN Sýkorová, Z., Šťastný, J., 2008: Rekultivace jako nástroj obnovy funkce vodního režimu krajiny po povrchové těžbě hnědého uhlí - Posttěžební krajina.
- Vráblíková, J., Blažková, M., Farský, M., Jeřábek, M., Seják, J., Šoch, M., Beránek, K., Jirásek, P., Neruda, M., Vráblík, P., Zahálka, J., 2008: Revitalizace antropogenně postižené krajiny v Podkrušnohoří. II. část. Teoretická východiska pro možnost revitalizace územní modelové oblasti. *UJEP*.
- Vráblíková, J., Šoch, M., Vráblík, P., 2009: Modelové řešení revitalizace průmyslových regionů a území po těžbě uhlí na příkladu Podkrušnohoří. *UJEP*.
- Vráblíková, J., Vráblík, P., 2009a: Těžba uhlí – významná disparita podkrušnohoří. *Studia Oecologica* I/2009, 58-65. *UJEP*.
- Vráblíková, J., Vráblík, P., 2009b: Příspěvek k problematice rekultivace, revitalizace a resocializace v oblasti Podkrušnohoří. *Studia Oecologica* I/2009, 28-38. *UJEP*.
- Zahn, A., Rainho, A., Rodrigues, L., Palmeirim, J.M., 2009: Lowmacroarthropod abundance in exotic Eucalyptus plantations in the Mediterranean. *Appl. Ecol. Environ. Res.* 7, 297–301.
- Zemědělský svaz ČR, 2011: Eroze půdy a protierozní ochrana půdy. Institut vzdělávání v zemědělství o.p.s. ISBN: 978-80-87262-11-5.
- Zhang, H., Chu, L.M., 2011: Plant community structure, soil properties and microbial characteristics in revegetated quarries. *Ecological Engineering* 37, 1104-1111.

Zákon

- Horní zákon č. 44/1998 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství, v platném znění
- Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
- Zákon 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí (EIA)
- Zákone č. 50/1976 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, ve znění pozdějších předpisů

Internetové zdroje

- Dálkový průzkum země – [online]
<<http://remotesensing-geology.ic.cz/>> [cit. 17.3.2013]
- Geologie - Vysoká škola báňská - [online]
<http://geologie.vsb.cz/loziska/loziska/zakladni_pojmy.html> [cit. 3.3.2013]
- Historie Litvínovska - [online]
<<http://litvinov.sator.eu/kategorie/krusnohori/v-prirode/tezba-uhli-v-podkrusnohori>> [cit. 3.3.2013]
- Nahlédněte do dolu - sokolovsko.info.cz - [online]
<http://sokolov-vychod.cz/design/balicky/10_CZ.pdf> [cit. 18.3.2013]
- Ministerstvo životního prostředí - Normativy – rekultivace - [online]
<[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/vlivy_a_cinnosti/\\$FILE/normativy_re_kultivace.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/vlivy_a_cinnosti/$FILE/normativy_re_kultivace.pdf)> [cit. 3.3.2013]
- Sokolovská uhelná - [online]
<<http://www.suas.cz/article/show/id/479>> [4.3.2013]
- Wikipedia - [online]
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Neog%C3%A9n>> [cit. 17.3.2013]

Jiný zdroj

- Krása, P., 2012: Mokřadní vegetace jihovýchodní části Velké podkrusnohorské výsypky. Diplomová práce. ČZU. Vedoucí diplomové práce Doc. RNDr. Emilie Pecharová, CSc.
- Rieger, L., 2010: Úprava biomasy pro energetické účely. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí bakalářské práce Ing. Marek Baláš.
- Ústní zdroj: informace z přednášky pana Ing. Jana Sixty, CSc. – 2012

- Velichová, V., 2005: Sukcese vegetace na výsypkách v oblasti sokolovské hnědouhelné pánve. Bakalářská práce. Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí bakalářské práce prof. RNDr. Karel Prach, CSc.

Obrázky:

- Obr.1: Zásahy člověka do krajiny (Vráblíková et al., 2008)
- Obr.2: Devastovaná krajina v okolí města Most – lom Vršany (autorské foto, říjen 2012)
- Obr. 3: Vliv těžby na krajinu (Vráblíková et al., 2008)
- Obr. 4: Problematika výsypek (Vráblíková et al., 2008)
- Obr. 5: Mapa Velké podkrušnohorské výsypky (Bodlák et al., 2012)
- Obr.6: Konopice pýřitá (e-herbář, 2013) <<http://www.e-herbar.net/main.php>>
- Obr. 7: Vrbina obecná (e-herbář, 2013) <<http://www.e-herbar.net/main.php>>
- Obr.8: Psíneček obecný (wikipedie, 2013) <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gewoon_struisgras_Agrostis_tenuis.jpg>
- Obr. 9: Velká podkrušnohorská výsypka (Cudlín, 2012) – autorská úprava (2013)
- Obr. 10: Plochy 10 a 11 mimo VPV (Googlemaps, 2013) – autorská úprava (2013)
- Obr. 11: Odběr z vyznačeného čtverce na louce Panské 8. 9. 2012 (Prokeš, září 2012)
- Obr. 12: Schéma rozložení čtverců a linií (autor, 2013)
- Obr.13: Postup odběru lokality Sukcese bylinná Vřesová - Subxerofytní sukcesní biotop, Vřesová (mapy.cz,2013) – (úprava Timko, Cudlín, 2013)
- Obr. 14: Braun-Blanquetova a Dominova stupnice pokryvnosti a početnosti (Moravec et al., 1994)
- Obr. 15: Sušení biomasy (Energetický ústav, VUT Brno, 2013) <http://kke.zcu.cz/_files/projekty/enazp/VY_02_04_P1.pdf>
- Obr. 16: Louka Lomnice – na VPV (Palíková, 2012)
- Obr. 17: Louka Vřesová – kontrolní louka mimo VPV (Palíková, 2012)
- Obr.18: Sukcese bylinná Vřesová - na VPV (Palíková, 2012)
- Obr.19: Mokřad Klára – na VPV (Palíková, 2012)
- Obr. 20: Mokřad Vřesová – kontrolní mokřad mimo VPV (Palíková, 2012)

Grafy a tabulky:

- Graf 1: Porovnání průměrné produkce luk za 3 odběry mokré biomasy a sušiny (autor)
- Graf 2: Porovnání produkce mokřadů mokré biomasy a sušiny (autor)
- Graf 3: Porovnání produkce sukcese mokré biomasy a sušiny (autor)
- Graf 4: Rozdíly v celkové produkci biomasy mezi jednotlivými plochami sledovaných biotopů (Cudlín, 2013)

- Graf 5: Rozdíly v celkové produkci biomasy mezi jednotlivými biotopy (Cudlín, 2013)
- Tabulka 1: Celkové zastoupení jednotlivých druhů biomasy, stanovené z průměru 5 metrových čtverců, po měsících odběru na l.Panské (autor)
- Tabulka 2: Celkové zastoupení jednotlivých druhů biomasy, stanovené z průměru 5 metrových čtverců, po měsících odběru na l.Lomnice (autor)
- Tabulka 3: Celkové zastoupení jednotlivých druhů biomasy, stanovené z průměru 5 metrových čtverců, po měsících odběru na l.Matyáš (autor)
- Tabulka 4: Celkové zastoupení jednotlivých druhů biomasy, stanovené z průměru 5 metrových čtverců, po měsících odběru na l.Vřesová (autor)
- Tabulka 5: Celkové zastoupení jednotlivých druhů biomasy, stanovené z průměru 5 metrových čtverců při odběru v srpnu – sukcese Vřesová (autor)
- Tabulka 6: Celkové zastoupení jednotlivých druhů biomasy, stanovené z průměru 5 metrových čtverců při odběru v srpnu – sukcese Vintířov (autor)
- Tabulka 7: Celkové zastoupení jednotlivých druhů biomasy, stanovené z průměru 5 metrových čtverců při odběru v srpnu – sukcese Lomnice (autor)
- Tabulka 8: Celkové zastoupení jednotlivých druhů biomasy, stanovené z průměru 5 metrových čtverců při odběru v srpnu – mokřad Klára (autor)
- Tabulka 9: Celkové zastoupení jednotlivých druhů biomasy, stanovené z průměru 5 metrových čtverců při odběru v srpnu – mokřad Jezírka záchranářů (autor)
- Tabulka 10: Celkové zastoupení jednotlivých druhů biomasy, stanovené z průměru 5 metrových čtverců při odběru v srpnu – mokřad Satr (autor)
- Tabulka 11: Celkové zastoupení jednotlivých druhů biomasy, stanovené z průměru 5 metrových čtverců při odběru v srpnu – mokřad Vřesová (autor)
- Tabulky 12 – 34: Souhrn primární produkce ze všech ploch za jednotlivé měsíce (autor)
- Tabulka 35: Tabulka primární produkce jednotlivých lokalit (autor)