

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2013

Petra Palíková

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
Katedra aplikované ekologie

Sledování vegetace na Velké podkrušnohorské
výsypce

(Observe vegetation communities on the Great
podkrušnohorská spoil heap)

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

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

Konzultant práce: Doc.RNDr.Emilie Pecharová, CSc.

Autor: Petra Palíková

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra aplikované ekologie

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Palíková Petra

Územní technická a správní služba - kombinované Karlovy Vary

Název práce

Sledování vegetace na Velké podkrušnohorské výsypce

Anglický název

Observe vegetation communities on the Great podkrušnohorská spoil heap

Cíle práce

Cílem práce je porovnat vegetaci v odlišných typech biotopů na Velké podkrušnohorské výsypce a v podobných biotopech mimo výsypku.

Metodika

1. Zhotovit fytoocenologické snímky rostlinných společenstev na Velké podkrušnohorské výsypce.
2. Zhotovit fytoocenologické snímky rostlinných společenstev na kontrolních plochách mimo výsypku.
3. Porovnat diverzitu jednotlivých vegetačních společenstev na výsypce.
4. Porovnat vegetaci na výsypce s vegetací na kontrolních plochách mimo výsypku.

Harmonogram zpracování

květen 2012 - terénní observace, uvedení metodik

červen - září 2012 - terénní práce

říjen - listopad 2012 - zpracování výsledků

prosinec 2012 - první verze BP

březen 2013 - finální bakalářská práce

Rozsah textové části

30 stran textu, fotodokumentace v odpovídajícím rozsahu

Klíčová slova

biomasa, rekultivace, území po těžbě, sukcese

Doporučené zdroje informací

Frouz, J., Popperl, J., Prikryl, I., Štrudl, J., 2007: Tvorba nové krajiny na Sokolovsku. Sokolovská uhelná, právní nástupce a.s., Sokolov, 26 p.

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: Fytocenologie. Academia.

Prach, K. (ed.), 2010: Výsypky. In: Řehounek, J., Řehouňková, 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.

Ondřej Cudlín

Vedoucí práce

Cudlín Ondřej, Ing., Ph.D.

Konzultant práce

Doc.RNDr. Emilie Pecharová, CSc.

Jan Vymazal

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry



prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan fakulty

V Praze dne 25.10.2012

Prohlášení autora:

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně pod vedením Ing.Ondřeje Cudlína, Ph.D., další informace mi poskytli moji kolegové Jan Timko a Bc.Nicole Bučková, a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Karlových Varech 12.4.2013

.....
Petra Palíková

Poděkování:

Chtěla bych poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce, Ing. Ondřeji Cudlínovi, Ph.D., za vedení, věcné připomínky a informační podporu, svému manželovi Ing. Vladimíru Palíkovi za snahu, trpělivost a péči o naše tři malé děti Pét'u, Daniela a Kristýnku a i svým dětem.

Abstrakt:

Hlavním cílem práce bylo porovnání druhové diverzity vegetace stejných typů biotopů na Velké podkrušnohorské výsypce (VPV) a srovnání s druhovou rozmanitostí v okolní kulturní krajině, porovnání diverzity vegetace stejného typu biotopu na technicky rekultivovaných plochách a na plochách ponechaných přirozené sukcesi.

Bylo zvoleno celkem 22 lokalit: po 3 opakování z každého biotopu na výsypce (jehličnatý a listnatý les, sukcesní les, mokřad, louka, subxerofytní bylinná sukcese) a 4 kontrolní lokality (listnatý a jehličnatý les, louka a mokřad. Terénní observace probíhala od května do října 2012 a pro dokreslení jarním aspektem v dubnu 2013. V tomto období jsem zdokumentovala (i fotograficky) v celé zvolené lokalitě a v jednotlivých zvolených čtvrcích druhové zastoupení a odhadla jejich pokryvnost. Zjištěná data jsem zpracovala do fytoecologických snímků a vypočítala Hillův index diverzity

Porovnáním výsledků bylo zjištěno, že nejvyšší vegetační pokryvnost i druhová diverzita jsou na lokalitách mimo výsypku, s výjimkou nejstaršího mokřadního biotopu na výsypce. V porovnání listnatých lesů obstály velmi dobře sukcesní lesy a v porovnání bylinných společenstev starší subxerofytní bylinné sukcese.

Klíčová slova: Rekultivace, sukcese, území po těžbě, vegetace, výsypka

Abstract:

The main objective of this work was to compare the species diversity of the vegetation of the same types of habitats on the Great Podkrušnohorská Spoil HEAP and species diversity compared with the surrounding cultural landscape, vegetation diversity compared to the same type of habitat on reclaimed areas and technical areas left to natural succession.

I selected a total of 22 sites: 3 each from each habitat to spoil heap (coniferous and deciduous forest, successional forest, wetland, meadow, sub-xerophyte succession grassland) and 4 sites in surrounding cultural landscape (coniferous and deciduous forest, wetland and meadow). I did field observation from May to October 2012, and to illustrate the spring aspect in April 2013. I documented (and photographically) across the selected location and selected individual squares species representation and estimated their soil-vegetation cover during this period. I did phytocenological relevés and calculated Hill's diversity index.

Comparing the results, it was found that the highest vegetation coverage and species diversity in locations outside the spoil heap, with the exception of the oldest wetland habitat to spoil. Compared to deciduous forests stood very well successional forest herb communities and compared older sub-xerophyte succession grassland.

Key words: restoration, succession, post-mining land, vegetation, spoil heap

Obsah

1	Úvod.....	11
2	Cíle práce	11
3	Základní pojmy	11
4	Literární rešerše	12
4.1	Obnova těžebních prostorů	12
4.2	Technická rekultivace versus spontánní sukcese	13
4.3	Druhová rozmanitost.....	18
4.4	Faktory ovlivňující vývoj vegetace.....	19
4.4.1	Půda.....	19
4.4.2	Klima a mikroklima	20
4.4.3	Biotické vlivy	20
5	Metodika	21
5.1	Vznik Velké podkrušnohorské výsypky	21
5.2	Faktory ovlivňující vývoj VPV.....	21
5.2.1	Klima.....	21
5.2.2	Mikroklima.....	24
5.2.3	Hydrické poměry.....	24
5.2.4	Půdní podmínky	25
5.2.5	Biotické vlivy	26
5.3	Volba lokalit.....	26
5.3.1	Lesy	28
5.3.2	Bezlesí.....	34
5.4	Terénní observace	38
5.5	Zpracování dat, inventarizace druhů a výpočet indexu diverzity	39
6	Výsledky	39
6.1	Lesy	39
6.2	Bezlesí.....	43
7	Diskuze (VPV versus jiné, vznikem srovnatelné, lokality)	46
7.1	VPV.....	46
7.2	Mostecko	47
7.3	Kladensko.....	48
7.4	Ostravsko	48

7.5	Ostatní výsypky.....	49
8	Závěr.....	49
9	Přehled literatury a použitých zdrojů.....	51
10	Přílohy.....	54

1 Úvod

V severních Čechách se stala těžba nerostných surovin tradicí, která trvá již několik stovek let. Hnědé uhlí se tu původně těžilo v malém množství, šachetně. Od nepaměti se řešilo, kam skrývkovou zeminu ukládat. S počátkem velkolomové, velkoobjemové těžby vyvstala otázka, kam s takovým velkým množstvím horniny, a tak vznikly výsypky, kterých je v celé ČR na 270 km² (PRACH et al. 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010). Toto území se v rámci ČR nemusí jevit jako nikterak zásadní, avšak vyskytuje se výrazně koncentrovaně (CHUMAN, 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010), tudíž s výrazným vlivem pro klima nejbližšího okolí. Je to prostředí se značně pozměněnou strukturou, kde je autoregulace zcela vyloučena a neexistuje homeostáze (VRÁBLÍKOVÁ, 2008 in VRÁBLÍKOVÁ et al., 2008).

Tuto nevzhlednou a neúrodnou krajinu je nutno opět začlenit do kulturní krajiny a umožnit obnovení její autoregulační schopnosti. Na těchto plochách jsou buď prováděny technické rekultivace dle předem schváleného plánu sanace a rekultivace nebo jsou ponechávány řízené či spontánní sukcesí. Která z těchto možností je pro obnovu krajiny vhodnější a přínosnější? To se snažím zjistit tímto průzkumem.

2 Cíle práce

Cílem této práce je popsat osídlení vegetací zvolených stanovišť Velké podkrušnohorské výsypky (dále jako VPV) na Sokolovsku, tj. inventarizace jednotlivých druhů a porovnání diverzity vegetace:

1. ve stejném biotopu a mezi jednotlivými biotopy v rekultivovaném území;
2. ve stejném biotopu na výsypce a ve stejném biotopu na kontrolním stanovišti v okolní kulturní krajině;
3. v biotopu listnatého lesa, který byl technicky rekultivován a listnatým lesem vzniklým spontánní sukcesí.

3 Základní pojmy

Diverzita – druhová rozmanitost je jedním z jednoduchých ukazatelů struktury společenstva (ŠÁLEK et al., 2005). Druhové složení společenstev se odvíjí od stanovištních podmínek a přítomnosti jiných druhů.

Dominance - dána procentuálním zastoupením druhů; druhy zastoupené alespoň v 10 % označujeme jako hlavní neboli dominantní, druhy zastoupené v rozsahu 5-10 % nazýváme doprovodnými nebo influentními a druhy reprezentované méně než 5 % jsou přídatné čili akcesorické. Hodnocení (zde) pomocí Braun-Blanquetova semikvantitativní stupnice.

E0 – mechové pásmo – nejnižší horizontální pásmo v ekologickém systému, do kterého se řadí mechorosty a lišejníky, případně sinice a řasy

E1 – bylinné pásmo - horizontální pásmo v ekologickém systému, do kterých spadají všechny dřeviny s výškou do 1 metru a veškeré byliny i s výškou přesahující 1 metr.

E2 – keřové pásmo – horizontální pásmo v ekologickém systému, do kterých spadají dřeviny s výškou mezi 1 až 5 metry

E3 – stromové pásmo - horizontální pásmo v ekologickém systému, do kterých spadají dřeviny s výškou nad 5 metrů, dále se pak člení na E3 alfa (5-15m) a E3 beta (nad 15m).

Rekultivace - soubor různých opatření a úprav, kterými zúrodňujeme půdy znehodnocené a zpustošené přírodní nebo lidskou činností, přispívá k obnovení produkčnosti krajiny, její přírodních vlastností jako celku, tj. všech jejích přírodních složek (VRÁBLÍKOVÁ, 2008b in VRÁBLÍKOVÁ et al., 2008)

Rekultivační práce = postupné formování krajinné mozaiky, nové krajiny blízké „tradiční“ krajině českých zemí, jejichž hlavními prvky jsou fragmenty původně souvislých lesních formací, doplněné o elementy spjaté s činností člověka (antropogenně pozměněné) a rozložené v matrix zemědělsky využívané půdy. (FROUZ, 2007).

Spontánní sukcese – ponechání krajiny přirozenému vývoji

4 Literární řešerše

4.1 Obnova těžebních prostorů

Krajinu negativně ovlivněnou důlní činností je nezbytné opět začlenit do krajiny vyskytující se mimo území dotčené těžbou. K rozhodnutí, zda je nutná technická rekultivace nebo je možné ponechat toto území přirozené sukcesi, si musíme zodpovědět několik otázek, např.:

1. Jakou plnil pozemek funkci před počátkem těžby? Než byl dočasně vyjmut např. ze zemědělského půdního fondu?
2. Kdo je vlastníkem pozemku?
3. Co na to plán sanace a rekultivace?
4. Jaké jsou možnosti dané zákonem?

Výsledkem pak může být vznik krajiny, která bude plnit takovou funkci jako před těžbou nebo bude zcela nového rázu, s novým funkčním využitím, který bude zohledňovat nejnovější poznatky vědy a sledovat současné životní trendy a požadavky kladené na využití volného času tvorbou naučných stezek, přírodních sportovních areálů, rekreačních středisek apod.

V samotné první fázi sanace degradovaného území je vytvoření a dotvarování reliéfu samotné výsypky. V další fázi se rozhoduje o využitelnosti území v souladu s původním zařazením, např. jako pole, louka, les, ale i jako stavební pozemek apod. Hůře dostupné oblasti, které již byly kolonizovány vzrostlými náletovými dřevinami v počátečních stádiích tvorby a přirozeného vývoje výsypky, bývají zpravidla ponechávány spontánní sukcesi (STIEBITZ, 2001). Další možností je využití vodohospodářské rekultivace.

Zásadním dokumentem při revitalizaci krajiny je tzv. plán sanace a rekultivace, který trvá na respektování původní podoby krajiny (ŘEHOUNEK et HÁTLE, in ŘEHOUNEK et al.; 2010). Projekty sanace jsou hrazeny z víc než 35 miliard Kč určených na řešení ekologických škod po těžbě uhlí. Kvůli těmto financím vznikly meziresortní komise, které na jejich přidělování dohlížejí. Členy komisí jsou představitelé několika ministerstev, Českého báňského úřadu, příslušných krajů a taky zástupci hospodářských a sociálních rad z dotčeného území (STEJSKAL, 2009).

Samotná technická rekultivace prochází zhruba těmito fázemi (PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010):

1. Sesedání skrývkových zemin v průběhu průměrně osmi let.
2. Srovnání a vytvarování povrchu výsypky s pomocí těžkých mechanizačních prostředků.
3. Výstavba zpravidla betonový drenáží k odvedení vody ze zvodnělých sníženin.
4. Překrytí organickým materiálem, štěpkou, drcenou kůrou, orničním horizontem, slínovci nebo může být tato fáze zcela vypuštěna (zejména při lesnické rekultivaci).
5.
 - a) Lesnická rekultivace – hustě osázeno dřevinou jednoho druhu s následnou péčí až do zapojení.
 - b) Zemědělská rekultivace – osázení komerční travní směsí, obvykle s vysokým podílem vikvovitých, pro jejich schopnost vázat dusík.
 - c) hydrická rekultivace – vytváření malých vodních nádrží nebo zaplavování těžebních jam po ukončení těžby.

Další možnou alternativou k bodu 5.b) jsou dosevy, dosadby, přenosy celých bloků vegetace, spontánní či řízená sukcese, eliminace invazních nebo expanzivních druhů, změna způsobu hospodaření. (PRACH, 2001), přenos sena a setí regionálních směsí osiva (BAASCH et al., 2012), což by mohlo být vhodným kompromisem mezi technickou rekultivací a přirozenou sukcesí.

4.2 Technická rekultivace versus spontánní sukcese

Rozsáhlá devastace krajiny povrchovou těžbou poskytuje příležitost pro studium procesů kolonizace, včetně primární sukcese (KIRMER et al., 2008), ekologickou obnovu takové krajiny lze považovat za velkou výzvu (BAASCH et al., 2012).

Důležitým cílem ekologické sanace je urychlení přirozených sukcesních procesů ke zvýšení biologické produktivity, plodnosti půdy a biotické kontroly nad biogeochemickými toky v rámci navrácení ekosystémů (JUWARKAR et al., 2008), identifikovat vhodné rekultivační postupy v kontinuu mezi technickými rekultivacemi a spontánní sukcesí. Zejména na svazích ohrožených erozí či při ohrožení krajiny kontaminací (PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010; ŘEHOUNEK et al., 2010) jsou vhodné metody, které rychle vytvoří vegetační pokryv, ale je třeba vzít také v úvahu přirozený potenciál lokality (BAASCH et al., 2012). Názory mezi odborníky z různých oborů se liší.

V praxi se můžeme buď zcela spolehnout na spontánní obnovu krajiny anebo ji můžeme různým směrem manipulovat (blokovat, vracet, podporovat její rychlost nebo ji jinak směřovat výsevem požadovaných druhů nebo naopak nežádoucí druhy odstraňovat) anebo můžeme využít třetí možnosti, tj. vzít holou planinu, upravit ji a osít či osázet dle našeho požadavku. Ta je z pohledu ochrany přírody spíše nežádoucí (PRACH, 2010, in ŘEHOUNEK et al., 2010). Technicky prováděná sanace (ať už lesnická nebo zemědělská) často nezvratně ničí vzácné a chráněné druhy z řad fauny i flóry, které se mezitím na výsypce usadily (ŘEHOUNEK et HÁTLE, 2010, in ŘEHOUNEK et al.; 2010).

Spontánní sukcese jsou obhajovány jako levná a jednoduchá alternativa k technické rekultivaci, protože to vede k přirozenějšímu a bohatšímu vegetačnímu krytu. Bohužel je v této oblasti technická rekultivace stále považována za jediný přístup v současné rekultivační činnosti (HODAČOVÁ et PRACH, 2003). Jedním z důvodů je to, že chybí legislativní podpora pro obnovu krajiny přirozenou sukcesí a jistá zkosnatělost a neochota měnit zaběhnuté systémy v administrativním aparátu rozhodujícím o sanačních a rekultivačních pracích (STEJSKAL, 2009). Před samotnou těžbou došlo totiž pouze k dočasnému vyjmutí pozemku z původního zařazení, např. ze zemědělského půdního fondu. Po ukončení těžby má být proto navrácen k původnímu účelu využití. Naše současná legislativa počítá v rámci rekultivačních opatření výhradně s vytvářením produkčních ploch, naproti tomu v sousedním Německu je určité procento ploch již předem vymezeno pro tvorbu biologicky hodnotných ekosystémů, s důrazem na jejich nevýrobní funkce (FROUZ et al., 2007). Skupina přírodovědců tlačí na příslušné úřady, aby iniciovali změny právních předpisů a usnadnily podmínky pro začlenění přirozené obnovy mezi rekultivační metody, a to alespoň na 20% rozlohy plochy určené k sanaci (STEJSKAL, 2009). MŽP namítá, že takový pozemek je nejdříve nutno trvale vyjmout ze zemědělského půdního fondu, což je spojeno s vysokým poplatkem, to by se dalo změnit pouze legislativní úpravou. Jde o úpravu o doplnění stávající rekultivačních technik, které by vedly k zvýšení dlouhodobé diverzity krajiny, vznikající na výsypkách a umožnily zachování populací, co největšího množství organismů, které se vyskytovaly v původní krajině při respektování specifik vývoje ekosystémů na výsypkách (FROUZ et al., 2007). MŽP se navíc v takovém případě obává tvorby příležitosti pro spekulace s pozemky. Stanovení pevného podílu přírodě

blízké formě obnovy se nelíbí žádnému z oslovených ministerstev (STEJSKAL, 2009).

Dalším důvodem může být finanční stránka věci, technickou rekultivaci provádí vybraná firma a dostane za práci zapláceno, seje travní směsi, které jiná firma vyprodukuje a dostane zapláceno, sází stromy, které další firma vypěstuje a dostane zapláceno, a tak by se dalo pokračovat do nekonečna. Faktem je, že Česká vláda rozhodla, že se stát musí podílet na řešení ekologických zátěží vzniklých následkem těžby uhlí a v letech 2002 a 2003 „přiklepla“ na tyto účely částku 20 miliard Kč pro Moravskoslezský kraj, 15 miliard Kč pro Ústecký a Karlovarský kraj a přibližně 1,5 miliardy Kč pro Kladensko. Podle údajů PKÚ (rok) se průměrná cena rekultivace jednoho hektaru pohybuje v rozmezí od 0,9–1,3 milionu Kč (STEJSKAL, 2009). Finance jsou účelově uvolňovány, tudíž by měli být prokazatelně vynaloženy. Při spontánní sukcesi máme druhově pestrou a hodnotnou přírodě blízkou krajinu, s jejím vybudováním sice nejsou spojeny žádné náklady, avšak tím, že následně není hospodářsky více či méně intenzivně využívaná, neplynou z ní žádné (nebo jen minimální) výnosy. A protože nejsou žádné účetně prokazatelné náklady vynaložené na odstranění ekologické zátěže, nejsou proplaceny ani žádné peníze. Řešením by snad byla jakási forma dotace, která však není doposud legislativně zakotvena.

Dalším důvodem může být dle ŽLEBKA in STEJSKAL (2009) fakt, že v případě sanace prostředí ponecháním přirozenému vývoji schází jakási administrativní „tečka“. Nikdo nevystaví protokol o předání díla, nikdo nepotvrdí, že byla revitalizace území ukončena. Navíc se takto vzniklý sukcesní les těžko zařazuje jako Les zvláštního určení (ochranný, hospodářský).

Také NĚMEC (in STEJSKAL, 2009) namítá, že zapojení lesních dřevin do lesního porostu při spontánní sukcesi trvá déle než při technické lesní rekultivaci. Bylo by však vhodné přihlédnout i k přípravné fázi technické rekultivace včetně sesedání výsyvky a úpravě terénu, případně i drenážování a návozu organického materiálu (PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010), nehledě na finanční náročnost na samotnou rekultivaci, tak i na následnou péči.

V pánevní oblasti severozápadních Čech se často objevuje názor, že krajina byla zdevastovaná lidskou rukou, tudíž je povinností lidí jí opět uvést do původního stavu před touto devastací (STEJSKAL, 2009). Nový přístup v technických rekultivacích, nazývaný Mikrob Assisted Green Technology (MAGT), je integrovaný biotechnologický přístup vytvořený v National Environmental Engineering Research Institute (NEERI) jako model pro rekultivace a vývoj svěží zeleně na důlních skrývkách. Jeden rok staré semenáčky původních druhů stromů byly vysazeny na 6,3 ha plochy skrývky z manganového dolu v Gumgaon z Manganese Ore India Ltd., Maharashtra, Indie. Výsledkem 18-ti letého projektu byly půdy bohaté na živiny s vysokým obsahem N, P, K a organického uhlíku, s dobře vyvinutou biologickou rozmanitostí, včetně bakterií, hub, vyšších rostlin (více než 350 druhů) a různé třídy zvířat. Přirozeným vývojem to jinak trvá stovky let (JUWARKAR et al., 2008). V uhelných těžebních oblastech v České republice, byly výsyvky zúrodněny lesními

porosty, které byly vysazeny přímo do hrubého alkalického třetihorního jílovitého substrátu (FROUZ et al., 2009).

Sami představitelé těžebních firem v mnohých případech podporují snahy prosadit přirozenou sukcesi jako jednu z možností, jak navrátit devastovanou krajinu opět do přirozeného stavu (STEJSKAL, 2009; ŘEHOUNEK et HÁTLE, 2010, in ŘEHOUNEK et al.; 2010). Je to nejjednodušší a nejlevnější způsob sanace poškozené krajiny (PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010). Nejenže je tato alternativa finančně výhodnější, ale často se i stávalo při zemědělských rekultivacích, že pak nemohli najít nikoho, kdo by byl ochoten tuto plochu obhospodařovat (STEJSKAL, 2009). Bohužel zde těžaři narážejí na úředního „šimla“. Dokonce můžeme dle PŘIKRYLA (in STEJSKAL, 2009) narazit na takové absurdity, jako je požadavek úředníků příslušného pracoviště MŽP, aby byl pozemek, původně dočasně vyjmutý z půdního fondu, který již zarostl spontánní sukcesí, přebagrován, poté zavezen orníci, následně může být vyjmut z půdního fondu, a pak teprve může být ponechán přirozené sukcesi. Dle PRACHA (2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010) je Sokolovská uhelná společnost přístupnější k přírodě blízkým rekultivacím než těžební firmy na Mostecku, včetně připuštění spontánní sukcese jako způsobu obnovy devastované krajiny. Potěšitelné je, že z rekultivací jsou již dnes vyjmuty některé části výsypek, které spontánně zarostly. V jiných případech se v lesích malé bezlesé plošky mohou schovat. V ČR je vyvíjen tlak z řady odborníků, těžařů i nevládních organizací na prosazení vyššího procenta zastoupení přírodě blízké obnovy v plánech sanací a rekultivací (ŘEHOUNEK et HÁTLE, 2010, in ŘEHOUNEK et al.; 2010), ideálně na 60% plochy, reálně alespoň na 20% (PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010).

Studie MUDRÁKA, FROUZE a VELICHOVÉ (2010) také ukázala, že i při neexistenci opatření rekultivace, mohou být těžební lokality úspěšně obnoveny díky spontánní sukcesi. Na některých výsypkách již k samovolné obnově krajiny dochází, například na VPV na Sokolovsku nebo při rekultivaci odvalu Tuchlovice na Kladensku, a to i díky úřednímu „šimlovi“ (STEJSKAL, 2009). Většina výsypek má schopnost obnovit se spontánní sukcesí nebo jiným přírodě blízkým způsobem (PRACH et al., 2008). Při průzkumech území narušených těžbou vyvodil PRACH et al. (2011) závěr, že potenciál přírodní obnovy v projektech sanace a rekultivace je možno využít na 95 až 100% území z celkové narušené oblasti. MUDRÁK et al. (2010) porovnávali spontánně vzniklý podrost v sedmi různých lesních společenstvech: jedním z nich byl sukcesní les (osídlený *Betula pendula* a *Salix caprea*). Na něm bylo prokázáno, že i přirozenou sukcesí může být podrost úspěšně obnoven.

Spontánní sukcese až na výjimky vede k vytvoření souvislého vegetačního krytu v průběhu deseti až dvaceti let, je sice pomalejší (HODAČOVÁ et PRACH, 2003) a méně predikovatelná, avšak výsledkem může být biologicky hodnotná plocha (FROUZ et al., 2007) s vyšší druhovou rozmanitostí nejstarších stádií a až s dvojnásobným počtem druhů než na plochách technicky sanovaných, kde bylo dosaženo pouze rychlejšího vývoje vegetace v iniciální fázi projektu, zatímco u

spontánně zarostlých lokalit postupuje vývoj dále, ale v delším časovém horizontu (HODAČOVÁ et PRACH, 2003), vznikají tak biologicky hodnotná stanoviště (FROUZ et al., 2007) s celou řadou vzácných a ohrožených druhů rostlin (FROUZ et al., 2007; KIRMER et al., 2008; PRACH et al., 2011). Na základě těchto zjištění nelze nedoporučit ponechání menších lokalit přirozenému vývoji, a to především na plochách, kde se již vytvořil víceméně souvislý porost pionýrských dřevin (FROUZ et al., 2007).

Na silně narušených lokalitách, na holém výsypkovém substrátu, dochází převážně k primární sukcesi. Na takových plochách vede přirozený vývoj k postupné obnově cenných ekologických systémů, s množstvím chráněných a ohrožených druhů, jejichž úspěšný růst bývá úzce spjatý s na živiny chudými stanovišti (PRACH, 2010, in ŘEHOUNEK et al., 2010). KIRMER et MAHN in PYŠEK et al. (2001) zkoumali kolonizaci bezporostných suchých svahů v oblasti těžby hnědého uhlí v Německu a srovnávali vývoj spontánní vegetace s pozemky zušlechtěnými řízkou z okolních pastvin. Žádný vývoj vegetace nebyl nalezen na substrátech s extrémně nízkým pH, ale v méně nehostinných místech došlo k poměrně rychlému rozvoji vegetace. NINOT et al. in PYŠEK et al. (2001) hodnotil různé rekultivační techniky v na živiny chudých hnědouhelných pustinách v horských a podhorských pásech východních Pyrenejí - lesy *Quercus* a *Pinus* a mesoxerofilní pastviny. Po 7-8 letech, obě rekultivované lokality a spontánně kolonizované vegetace se výrazně liší ve složení i když lze konstatovat, že volba vhodně osetých druhů a blízkost nerušené vegetace urychluje sukcesi.

V průběhu konference o „spontánní sukcesi rekultivací ekosystémů“ proběhla diskuse mezi autory s cílem podpořit integraci vědeckých poznatků o spontánní sukcesi vegetace do rekultivačních programů (PRACH et al., 2001).

MŽP zaslalo Ekolistu písemné vyjádření ke snaze usilovat o to, „aby se rekultivace formou přirozené sukcese stala legislativně, vlastnický i ekonomicky průchozí variantou revitalizační činnosti a aby se stala součástí vydávaných rozhodnutí obvodních báňských úřadů“ (STEJSKAL, 2009). Při plánování revitalizace přirozenou formou, je nutno určit jasný směr, vyhodnotit přírodní podmínky stanoviště posoudit, zda je taková forma vůbec využitelná k dosažení námi stanovených cílů, odhadnout vývoj a porovnat výsledky (PRACH et al., 2001). Vystává zde otázka, jak dalece je přirozená sukcese predikovatelná (HODAČOVÁ et PRACH, 2003). Tento způsob revitalizace by měl probíhat již v průběhu těžby, v době tvorby výsypky vytvářením členitého reliéfu, ponecháním (polo)přirozených společenstev a zdrojových populací na jejich okrajích, eliminací nežádoucích druhů, blokováním či usměrňováním sukcese, různými disturbancemi, které podporují pestrost vývojových stádií (PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010).

Musíme však brát také v úvahu, že jsou i lokality, které nelze ponechat přirozené sukcesi. Například z důvodů nevhodného (toxického, kyselého) substrátu (PRACH in STEJSKAL, 2009) nebo ve svazích ohrožených erozí či v bezprostředním okolí

lidských sídlišť a to buď z důvodu estetického anebo z důvodu bezpečnosti či ochrany jeho života a zdraví.

4.3 Druhová rozmanitost

Primární sukcese v takto zásadně pozměněné krajině začíná rumištními letničkami, později se přidávají nerumištní klonové trvalky (PYŠEK et al., 2001). Dominantním vegetačním pokryvem v místech se spontánní sukcesí bývá ve většině případů třtina křovištní –(*Calamagrostis epigejos*) (BAASCH et al., 2012), zároveň působí tyto lokality jako refugia pro vzácné a ohrožené druhy (PRACH et al., 2011; FROUZ et al., 2007). Výsypky jsou neoddiskutovatelně velkým zásahem do krajiny, přesto mohou na druhé straně přispět ke vzniku stanovišť některých vzácných a ohrožených druhů. V průběhu času řada těchto stanovišť zaniká díky přirozené, samovolné sukcesi nebo díky zalesňování či postupu dalších rekultivačních prací (FROUZ et al., 2007). Jsou to totiž druhy specializované na počáteční sukcesní stadia nebo na jiné půdy se specifickými vlastnostmi, jako jsou například slániska, kyselé vody, xerothermní louky, pěnoková prameniště, periodicky disturbované tůňky aj. (FROUZ et al., 2007). Díky výskytu řady chráněných druhů a ukázkám geologických fenoménů, získala celá řada bývalých těžeben statut zvláště chráněného území (CHUMAN, 2010, in ŘEHOUNEK et al., 2010).

Dle výzkumu KIRMER et al. (2008) bylo zaznamenáno v 10 studijních důlních lokalitách na 143 případech výskytu druhů z Červené knihy ohrožených druhů, z nichž u 40% je nejbližší zdrojová lokalita vzdálena 3-10 km, u 19% i více než 10 km. Druhová rozmanitost vychází z historického vývoje krajiny, jednotlivé druhy působí více či méně na ekosystémové funkce sledovaného území (FROUZ et al., 2007). Studie KIRMER et al. (2008) prokázala nezanedbatelný vliv vegetace na osidlování devastovaných ploch až do vzdálenosti nejméně 17km.

Druhová diverzita na výsypkách je do jisté míry nižší než v okolních lokalitách, avšak tento rozdíl není nijak zásadní (FROUZ et al., 2007). HODAČOVÁ a PRACH (2003) uvádí, že spontánně zarostlé výsypky vykazovaly mnohem vyšší druhovou rozmanitost nejstarších stádií s dvojnásobným počtem druhů než ty technicky rekultivované. Studie FROUZE, KALČÍKA a VELICHOVÉ (2011) zkoumala procesy zodpovědné za heterogenitu životního prostředí post-těžební krajiny na výsypkách a haldách uměle vytvořených návozem homogenní skrývky v podélných "vlnách". Heterogenita mezi vlnami byla velmi nízká, a pouze dostupný fosfor a biomasa bylin se mezi vlnami lišily. Dřeviny byly četnější na vlnových vrcholech a na svazích než na spodních částech. Aby docházelo k co nejmenším ztrátám diverzity na již kolonizovaných výsypkách přirozenou sukcesí z důvodu technické rekultivace, je nutný detailní biologický průzkum, provádění úprav podmínek na deponiích a okolních pozemcích tak, aby podpora diverzity byla co největší a byla umožněna záchrana a přežití ohrožených a vzácných druhů a v neposlední řadě též záchranný transfer zvolených druhů z řad fauny i flóry (FROUZ et al., 2007). Mnoho odborníků, zástupců těžařů a nevládních organizací poukazuje na to, že mechanicky uplatňované rekultivace ničí biologickou diverzitu a vedou k tvorbě ploch s

uniformními společenstvy (ŘEHOUNEK et HÁTLE, 2010, in ŘEHOUNEK et al.; 2010). V určitém časovém horizontu však nakonec přirozené sukcesní pochody interferují s takto rekultivovanou krajinou (PRACH, 2010, in ŘEHOUNEK et al., 2010).

V obnově porostů při zemědělské rekultivaci dosáhly travní směsi s vysokou rozmanitostí druhů výrazně lepší výsledky než komerční směsi (půdo-pokryvnost, protierozní funkce, produkce biomasy). Další mulčovací vrstva výrazně urychlila vývoj vegetace v 1. roce od setí. Použití značně rozmanitých směsí osiva místního původu přispívá k posílení místní biodiverzity. Přestože cílovým travním druhům se podařilo proniknout do míst s nízkou rozmanitostí, tento proces je pomalý a probíhá pouze tehdy, když jsou v blízkosti vhodného zdroje osiva (KIRMER et al., 2012). Mezi další možnosti patří různé způsoby obnovy vegetace – dosevy, dosadby, přenosy celých bloků vegetace, spontánní či řízená sukcese, eliminace invazních nebo expanzivních druhů, změna způsobu hospodaření. (PRACH, 2001), přenos sena z místních zdrojů (BAASCH et al., 2012).

4.4 Faktory ovlivňující vývoj vegetace

V konkrétní lokalitě působí na vegetační pokryv mnoho biotických i abiotických režimů (vzhledem k působení faktoru času). Primárně posuzujeme režim teplotní, světelný, vodní a obsah živin. V komplexním měřítku pak geografickou polohu, reliéf krajiny, povětrnostní podmínky, disturbance atd. (PRACH, 2001). Všechny tyto režimy musíme brát v potaz vzhledem k šířce ekologické valence druhů. KIRMER et al. (2008) prokázali pomocí binární logistické regrese, že i dalších osm proměnných se výrazně podílí na zastoupení druhů vegetačního pokryvu: vzdálenost a velikost zdroje populace, ložisko regionálního výskytu druhu, schopnost dálkového rozptýlení větrem a/nebo ptáky, konečná rychlost semen a požadavky na světlo a dusík.

4.4.1 Půda

Hlavní hnací silou vegetační sukcese jsou počáteční podmínky, především kvalita půdy (MORENO-DE LAS HERAS et al., 2008) - půdní vlhkost, dostupné živiny, především dusík a fosfor, přítomnost kationtů (Ca^+ a jiných), které jsou zásadní pro pH půdy, na lokální úrovni též přítomnost solí a těžkých kovů (PRACH, 2001). Substráty deponií však nejsou příliš bohaté na minerální látky, zejména na dostupný dusík. Proto na výsypkách nacházíme mnoho druhů, které se z eutrofizované zemědělské krajiny vytrácejí (FROUZ et al., 2007). Značný význam má i přítomnost uhlíku a jeho ukládání v nadzemní biomase stromů a v půdní organické hmotě - v hloubce vývojové vrstvy, tedy až do 20 cm (FROUZ et al., 2009). Dle výzkumu MUDRÁKA et al (2010) na lesních podrostech vyplynulo, že nejdůležitější řídicí veličinou složení lesního podrostu byla tloušťka vrstvy kvašení, která jednoznačně souvisí s vývojem půdy, přičemž velmi závisí na typu lesního porostu a jeho opadu. Za klíčový faktor určující vývoj flóry byla označena eroze půdy a jiné místní disturbance (MORENO-DE LAS HERAS et al., 2008). Určité disturbance jsou nezbytné pro udržení druhové diverzity (PRACH, 2001).

4.4.2 Klima a mikroklima

Stejně důležitý je i environmentální scénář - klima a dostupnost přírodních zdrojů (MORENO-DE LAS HERAS et al.; 2008). Geografická poloha stanoviště určuje roční úhrn srážek, teploty a světla (PRACH, 2001). Pokud je na území nedostatek vegetace, přeměňuje se sluneční záření v tepelnou energii (BROUMOVÁ et al., 2007). Teplo má vliv na primární fyziologické procesy, množství světla a jeho spektrum je určující pro vertikálně strukturovanou vegetaci, úhrn srážek a dostupnost zdroje vody rozhodují o složení druhů na území o větší rozloze (PRACH, 2001). Voda výrazně ovlivňuje růst vegetace (FROUZ et al., 2007). Povrch bez vegetačního pokryvu je zároveň více náchylný k vlhkostním fluktuacím (BROUMOVÁ et al., 2007). Důležité je i chemické složení především průsakové vody. Jak prochází horninami, obohacuje se o různé rozpuštěné substance, především soli (BROUMOVÁ et al., 2007; HEZINA, 2001; FROUZ et al., 2007). Většina vod z uhelných dolů je kyselá, obsahuje vysoké koncentrace železa, manganu, hliníku, hořčíku a vápníku (HEZINA, 2001).

Neméně důležitý pro místní mikroklima je i reliéf krajiny, s jeho orientací ke světovým stranám, sklonem pozemku, nadmořskou výškou, množstvím slunečního záření (PRACH, 2001). Při povrchové těžbě sypají zakladače skrývku v pásech a tak vzniká členitý a biologicky velmi příznivý systém nevelkých pahorků a obvykle vlhkých a chladnějších prohlubní. (PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010). Reliéf ovlivňuje sílu a rychlost větru, který může odpovídat za opylování a šíření semen rostlin, má nesporný vliv na transpiraci rostlin, zároveň ale působí stres i jako mechanická disturbance a nositel znečišťujících látek. V ovzduší jsou limitující přítomnost O₂ a CO₂ (PRACH, 2001).

4.4.3 Biotické vlivy

Na vegetaci výsyvky mohou mít důležitý dopad i biotické vlivy (PRACH, 2001). Působení savců na jemné sukcesní modely jsou popsány BARTHOU in PYŠEK et al. (2001). Jeho výsledky naznačují, že za rozmanitost druhů lze ovlivňovat prostřednictvím prevence hromadění humusu. Vzhledem k odlehlosti a rozloze výsyvky se na toto území stahují i větší savci, kteří zde mohou bez vyrušování žít a reprodukovat se. Konzumují vegetaci a poškozují ji i jiným způsobem, např. tím, že rozrývají půdu, ale zároveň šíří i semena rostlin buď na povrchu svého těla anebo ve svém zažívacím traktu. Dále dochází i ke konkurenčnímu boji mezi druhy a konečně i ke konkurenčnímu vyloučení.

5 Metodika

5.1 Vznik Velké podkrušnohorské výsypky

Velká Podkrušnohorská výsypka (VPV) se nachází severně od města Sokolov, jedná se o vnější výsypku hnědouhelného povrchového dolu Jiří, kam se mezi lety 1960 a 2003 ukládala jeho skrývková zemina z velkolomové těžby hnědého uhlí.



Obr. 5.1 Vymezení VPV (seznam/mapy, 2013)

Za tuto dobu zde bylo deponováno na 800 miliónů m³ skrývky; délka VPV je 8500 m a šířka až 2500 m, její rozloha dosahuje téměř 2000 ha, nadmořská výška osciluje mezi 445 a 600 m n.m. (RIPL, 1995). Vzhledem ke své rozloze a stáří, zde nalezneme stádia v počáteční primární sukcesi i vzrostlé zapojené lesy staré i 30 let. Nadložní zeminy jsou tvořeny převážně cyprisovými jíly, které se usadily na dně třetihorního jezera (BEJŠOVEC et MILIČ, 1994), svůj název získaly díky častému výskytu fosilií korýše *Mytilocypris praenuncia* (BROUMOVÁ et al., 2007; FIŠER, 2011), *Cypris angusta* z období miocénu (CHLUPÁČ et al., 2002; FROUZ et al., 2007). Jíly jsou tvořeny hlinitokřemičitany s vysokým obsahem kovů alkalických zemin, zcela převládá Ca²⁺ (HEZINA, 2001). Samotné sanační práce započaly ještě před ukončením návozu na VPV v roce 2003 a pokračují stále i dnešním dnem, jsou rozdělené do několika etap. Některé jsou ukončené, jiné právě probíhají, další jsou teprve plánované. Mimo klasické druhy rekultivací, jako jsou lesnické a zemědělské, probíhá i tvorba stanovišť ze zvláštní funkcí – mokřady, hnízdiště ptáků, hospodárnice, stezky pro pěší a pro cyklisty apod.

5.2 Faktory ovlivňující vývoj VPV

5.2.1 Klima

5.2.1.1 Klima Evropy

V Evropě se střetává vliv teplého mořského Severoatlantského proudu a kontinentálního vlivu Asie. Převládá zde především západní proudění s častým pronikáním vzduchu od oceánu, který naráží na odpor horských masívů a pásem, která tvoří přirozenou bariéru teplým vzdušným proudům pocházejícím z jižních

částí Evropy a studeným proudů od severu. V Evropě nalezneme všechny klimatické pásy s výjimkou tropického.

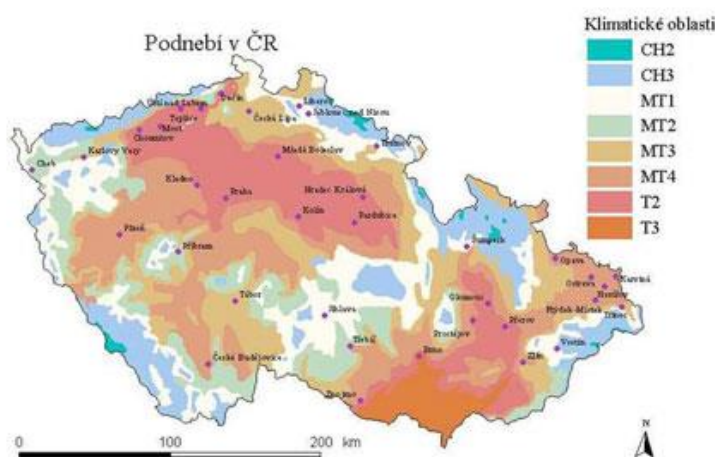
Nás zajímá především mírné klima, jmenovitě mírné klima kontinentální, kde pocítíme značný vliv kontinentální Asie. Atributy cyklicky pronikajících větrů nad Evropu vznikají nad Severním ledovým oceánem, Atlantským oceánem a Středozemním mořem. Srážky v Z, S a stř.Evropě jsou během roku rozloženy celkem rovnoměrně.

5.2.1.2 Klima střední Evropy

Střední Evropa, Hercynská oblast, je pod vlivem mírného kontinentálního klimatu s citelným asijským pevninským vlivem. Podnebí je mírně teplé. Od západu na východ s klesajícím vlivem oceánu a narůstajícím pevninským vlivem Asie klesá roční úhrn srážek i průměrná teplota.

5.2.1.3 Klima České republiky

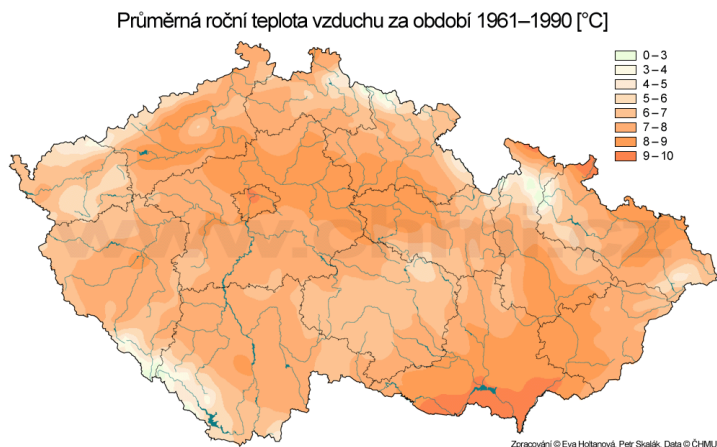
Klimatické podmínky v České republice můžeme rozdělit do 3 přirozených klimatických oblastí – teplou, mírně teplou a chladnou. Toto základní rozdělení se



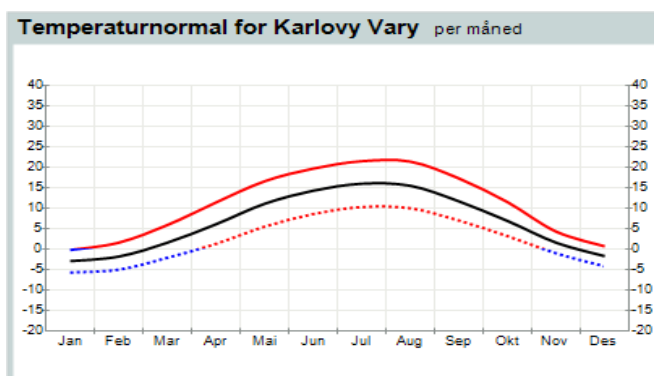
Obr. 5.2 Klimatické oblasti (BALEJA, 2013)

nadále jemněji člení (Obr. 5.2). Za takový počet oblastí při rozloze ČR může pestrá výšková rozmanitost, od ní se odvíjejí i další podmínky jako je průměrná teplota vzduchu, úhrn srážek apod. V porovnání s klimatickými podmínkami jinde

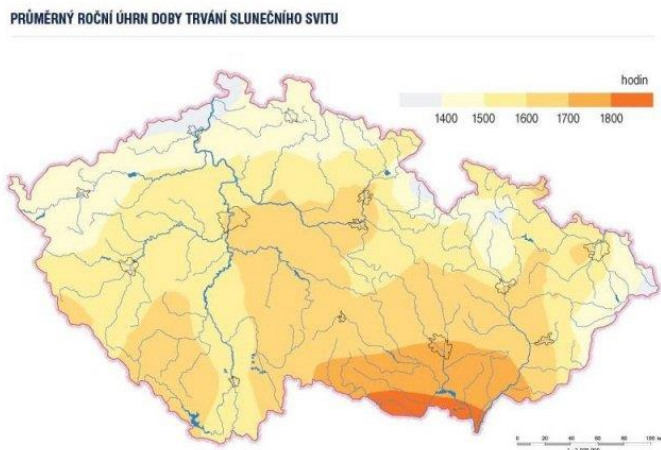
v ČR, je pro Sokolovsko typické chladnější a vlhčí podnebí, s menším počtem slunečných dnů (FROUZ et al.,2008). Karlovarsko svou polohou náleží do mírně teplé, podoblasti mírně vlhké (MT2) až mírně chladné (MCH) oblasti s převážně mírnou zimou. Směr větru je místně velmi proměnlivý, závislý na reliéfu krajiny. Průměrná teplota se pohybuje kolem 7,3°C (CULEK, 1996). Na obrázku ČHMÚ (Obr. 5.3) je možné srovnat průměrnou roční teplotu vzduchu v dlouhodobém horizontu v rámci celé ČR. BODLÁK et al. (2012b) zkoumali povrchovou teplotu a vlhkostní index na VPV. Použili data z dálkového průzkumu Země v kombinaci s terénními pracemi a po vyhodnocení výsledků objevili významné pozitivní změny funkce krajiny, od počáteční fáze vývoje k vyzrálým porostům. Samozřejmě, že vývoj vegetace se zde bude také ubírat poněkud odlišným způsobem a směrem než v jiných post-těžebních oblastech.



Obr. 5.3 Průměrná dlouhodobá roční teplota vzduchu (ČHMÚ, 2013)



Obr. 5.4 Maximální, průměrná a minimální denní teplota (24hod.) za měsíc, průměr z let 1961-1990 (WMO,2013)



Obr. 5.5 Mapa úhrnu doby slun.svitu (EKOBYDLENÍ, 2013)

Neméně důležitou podmínkou klimatu je i sluneční svit, taktéž určovaný geografickou polohou stanoviště (PRACH, 2001). Pokud je na území nedostatek vegetace, přeměňuje se sluneční záření v tepelnou energii (BROUMOVÁ et al., 2007). Teplo má vliv na primární fyziologické procesy, množství světla a jeho spektrum je určující pro vertikálně strukturovanou vegetaci, úhrn srážek a dostupnost zdroje vody rozhodují o složení druhů na území o větší rozloze (PRACH, 2001). Na

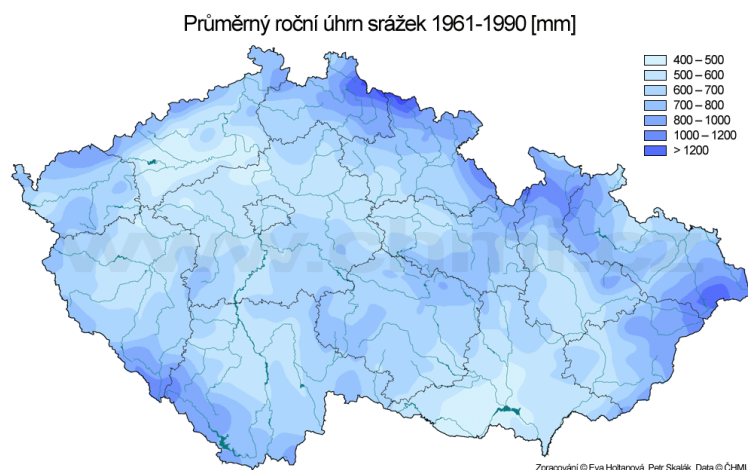
Obr. 5.5 je možné pozorovat, že se VPV nenachází právě „na výsluní“. Délka průměrného slunečního svitu na Karlovarsku je 1470 hodin/rok.

5.2.2 Mikroklima

Při lomové těžbě a deponování skrývkových hmot at' na vnitřní anebo vnější výsypky vznikají nové recentní útvary (VRÁBLÍKOVÁ, 2008 in VRÁBLÍKOVÁ et al., 2008), povrchy s různě členitým reliéfem, tzv. mikro- a mezoreliéfově členité výsypky (PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010), jsou to většinou vodorovné řady nevelkých sušších a teplejších vyvýšenin a často vlhčích a chladnějších nevýrazných prohlubní (pozorovatelné i na leteckém snímku – Obr. 6.1 – v centrální oblasti VPV). Takový reliéf působí na biologickou rozmanitost blahodárně. Vysoká úroveň odparu z jezírek, mokřadů, potoků aj. významně snižuje teplotní amplitudy a činí tak mikroklima příjemnější. Pokud je na území nedostatek vegetace, dochází k odrazení slunečního záření zpět do krajiny dokonce až ze 70% (FROUZ et al., 2007), v takovém případě se pak sluneční záření přeměňuje v tepelnou energii (BROUMOVÁ et al., 2007), důsledkem čehož dochází k výraznému kolísání teploty v průběhu dne (FROUZ et al., 2007) a tím i k vlhkostním fluktuacím. Působením větru se vypařená voda se z přírody vytrácí a půda nadále vysychá a snižuje se tím její produktivita. Dalším činitelem zásadně ovlivňujícím mikroklima je prašnost ze samotných těžebních prostorů, výsypek a hospodárnic (VRÁBLÍKOVÁ, 2008 in VRÁBLÍKOVÁ et al., 2008).

5.2.3 Hydrické poměry

Na nově vytvořeném území jsou výrazně narušeny hydrogeologické podmínky



Obr. 5.6 Dlouhodobý prům. roční úhrn srážek (ČHMÚ, 2013)

a naopak vodní režim má významný vliv na existenci života na výsypce (BROUMOVÁ et al., 2007; FROUZ et al., 2007). Dlouhodobý průměrný roční úhrn srážek zobrazuje mapa ČHMÚ. Průměrný roční úhrn srážek na VPV činí 703 mm (CULEK, 1996), dlouhodobý průměrný měsíční úhrn srážek na Karlovarsku zobrazuje graf na obr.5.6. Část vody se v závislosti na zemském pokryvu odpaří, část

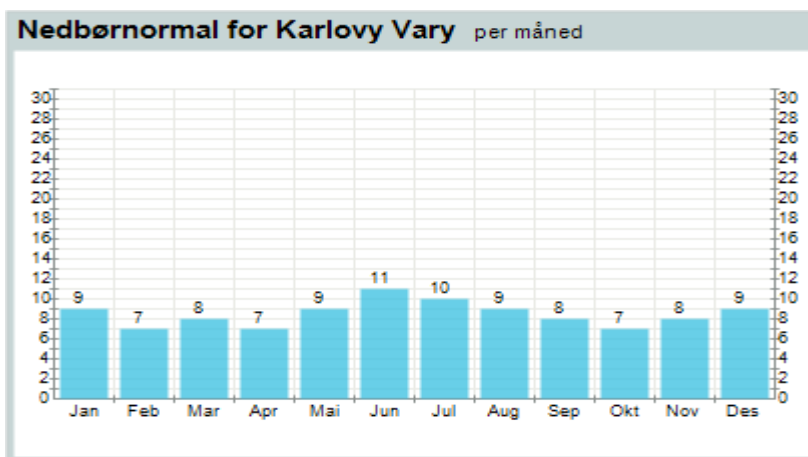
(VRÁBLÍKOVÁ, 2008 in VRÁBLÍKOVÁ et al., 2008), které se musí přirozeně obnovit nebo jsou obnovovány rekultivací. Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole (5.2.2 Mikroklima), existence vegetačního pokryvu výrazně ovlivňuje

hospodaření s vodou a její přítomnost v krajině

odteče, část se vsákne. Na Sokolovsku se v rámci hydrických rekultivací buduje několik velkých vodních nádrží. To není případ VPV. Na VPV vzniklo několik drobných nádrží a mokřadů, které jsou napájeny povrchově tekoucí nebo pramenitou vodou. Vyvěřající prameny na VPV jsou jiného chemického složení než prameny jiných kyselých důlních vod (AMD). Výzkum prováděný BROUMOVOU et al. (2007) prokázal hypotézu, že zdejší jíl má takové vlastnosti, že dokáže úspěšně neutralizovat kyselinu sírovou vznikající oxidací pyritů, důsledkem čehož je voda s neutrálním až mírně alkalickým pH, proto ve zdejší vodě nalezneme i výrazný rozdíl v koncentraci těžkých kovů. Další objevenou vlastností zdejšího jílu bylo obohacování vody o další minerály. Zjistily, že v necelých 70% zastoupení síranů můžeme objevit podobnost s jinými důlními prameny, taktéž je tomu v poměru Mg : Ca (1 : 2) a v nízkých koncentracích sloučenin N a P. Zřetelný je i výskyt aniontu HCO₃⁻ (12% objemu rozpuštěných látek) a kationtu Na⁺ (až 11 % rozpuštěných látek), v koncentracích několikanásobně vyšších než v jiných AMD. Negativním faktorem vyšší hodnoty pH ve zdejších vodách jsou sedimenty železa a uhličitany, vysoké koncentrace železa se oxidací srážejí a tvoří rezavé nánosy, které pro řadu zástupců vodní fauny nejsou příliš životu prospěšné (FROUZ et al., 2007).

5.2.4 Půdní podmínky

Půda má mnoho nezanedbatelných funkcí. Je tvůrcem podmínek pro vývoj rostlin a



Obr. 5.6 Srážkové dny – s úhrnem nad 1mm/24 hod., průměrná hodnota z let 1961-1990 (WMO, 2013)

působí na režim vody a jiných substancí v krajině, participuje tudíž i na tvorbě druhové diverzity (FROUZ et.al., 2007). Zdejší skrývkové horniny jsou formovány jílovitými substráty - miocénními cyprisovými (BEJŠOVEC et MILIČ, 1994; CHLUPÁČ et al., 2002), hlinitokřemičitanovými jíly, obsahujícími vysoké množství kovů alkalických půd s převahou Ca²⁺ (HEZINA, 2001), jsou pro něj charakteristické nálezy fosílií vodního skořepatce *Cypris angusta* z období miocénu (CHLUPÁČ et al., 2002; FROUZ et.al., 2007), *Mytilocypris praenuncia* (BROUMOVÁ et al., 2007; FIŠER, 2011). Tyto substráty jsou poměrně příhodné pro následnou tvorbu půdních vrstev, jejich pH je výrazně proměnlivé a pohybuje se mezi pH2,7 -8,5 (FROUZ et.al., 2007). Dle výzkumu BROUMOVÉ et al. (2007) byla prokázána hypotéza, že zdejší jíl dokáže úspěšně neutralizovat kyselinu sírovou vznikající oxidací pyritů a obohacuje vody o další složky. Obsah minerálních látek a jiných živin je dalším faktorem výrazně ovlivňujícím osídlení vegetací, ty jsou potřebné pro zdárný vývoj a reprodukci rostlin. Jednou z těchto minerálních látek je půdní organický uhlík (SOC), který může poskytnout informace o kvalitě revitalizace

post-těžební oblasti (BODLÁK et al., 2012a). Další minerální látkou je dostupný dusík. Toho je ve skrývkových horninách nedostatek, proto zde nacházíme mnoho druhů, které se z eutrofizované zemědělské krajiny vytrácejí (FROUZ et al., 2007). Při technických zemědělských rekultivacích jsou plochy osety travními směskami obsahujícími semena vikvovitých rostlin, které vážou v půdě vzdušný dusík (PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010). Jak rychle vzniká půda, závisí na jakosti půdotvorného substrátu, kvantitou a kvalitou odumřelých organických zbytků uložených na povrchu a činnostmi organismů žijících v půdě, např. rychlejší je tvorba půdy v listnatých lesích kvůli opadu, především v olšinách a lipových porostech (PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010) a v lesnických rekultivacích v důsledku neúmyslného zavlečení žížal v kořenovém balu semenáčků. Naproti tomu k přirozené kolonizaci sukcesních ploch žížalami dochází až po 20-30 letech (FROUZ et al., 2007).

5.2.5 Biotické vlivy

Mikroorganismy a žížaly byly zmíněny v předešlé kapitole. Na opačném pólu stojí větší savci, kteří se vzhledem k odlehlosti a rozloze výsypky se na toto území z rušného okolí stahují, mohou zde bez vyrušování žít a reprodukovat se. Konzumují vegetaci a poškozují ji i jiným způsobem, např. tím, že rozrývají půdu, ale zároveň šíří i semena rostlin buď na povrchu svého těla anebo ve svém zažívacím traktu. Dále dochází i ke konkurenčnímu boji mezi druhy a konečně i ke konkurenčnímu vyloučení.



Sukcese mechového, ale především bylinného patra lesů na výsypce může být do jisté míry blokována nebo alespoň výrazně ovlivňovaná působením lesní zvěře, především pak činnostmi prasete divokého (*Sus scrofa*).

Takové mechanické disturbance mohou být pro biodiverzitu dokonce přínosné (PRACH, 2001). Umožňuje přežívání druhů specializovaných na počáteční sukcesní stádia a blokuje růst dominantních K-strategů.

5.3 Volba lokalit

Pro účely této práce bylo zvoleno vedoucím práce Ing. Ondřejem Cudlínem, Ph.D. celkem 22 lokalit na VPV.



Obr. 5.7 Letecký snímek VPV – umístění zvolených lokalit (ČÚZK, 2013)

Louky:

1. Louka Pánské Povodí
2. Louka Lomnice
3. Louka Matyáš

Subxerofytní sukcese:

4. Subx.sukc.Vřesová A/B
5. Subx.sukc.Vintířov
6. Subx.sukc.Lomnice

Mokřady:

7. Mokřad Klára
8. Mokřad Jezírek Záchranářů
9. Mokřad u skládky Satr

Jehličnaté lesy:

10. Bor Pánské povodí
11. Bor Klondajk
12. Smrčina, bor

Listnaté lesy:

13. Olšina Klondajk
14. Javořina Klondajk
15. Doubrava Klondajk

Sukcesní lesy:

16. Sukc.les Vintířov (Ježek)
17. Sukc.les Jezírek Záchranářů
18. Sukc.les Klára

Kontrolní stanoviště mimo výsypku:

19. Louka Vřesová
20. Bor Vřesová
21. Lužní les Vřesová
22. Listnatý les u potoka, Vřesová

5.3.1 Lesy

Lesnická rekultivace bývá projektována především pro terénně upravené svahy,



Obr. 5.8 Surový výsypkový substrát

prostokořenné dřeviny bývají vysazovány do surového substrátu bez návozu ornice, zpravidla jako monokultura cílového porostu ve sponu 1m x 1m (BROUMOVÁ et al, 2007; FROUZ et al., 2007), po dobu 5 let je o ně pečováno dle lesního zákona, zák. č. 289/1995 Sb., dle tohoto zákona je les po zabezpečení kultury zařazen do

kategorie lesů ochranných. Vzhledem ke způsobu výsadby dochází v prvních letech ke značnému kolísání hydrických a teplotních podmínek a takové stanoviště se může vlastnostmi blížit pouštním podmínkám. Často pak je možné pozorovat holou krajinu s usychajícími sazenicemi stromů (BROUMOVÁ et al, 2007; PECHAROVÁ et al, 2004), takové plochy dosahují maximální pokrývnosti 10% (PECHAROVÁ et al, 2004), v případě VPV např. sukcese Vintířov. Keře bývají vysazovány po obvodu porostů a po okrajích hospodárnic (FROUZ et al., 2007).

5.3.1.1 Jehličnaté

5.3.1.1.1 Jehličnatý les Pánské povodí (10)

Jedná se o jednověkovou borovou monokulturu 10 let starou, s výškou stromů 2-3 m, vysázené v obvyklém sponu 1m x 1m. Velmi špatně prostupný. *Pinus sylvestris* byl vysázen obvyklým způsobem pro technickou lesnickou rekultivaci, jeho výskyt je pravidelný. Ostatní byliny rostou náhodně, většinou však shlukovitě. Orientace Z-JZ, sklon 1%.



Zastoupení druhů dle dominance, stupnice dle Braun-Blanqueta:

E0: Dominantní: 3 druhy mechů, se stupněm 1-3, celkem 30% plochy

E1: Dominantní: *Calamagrostis epigeios* 2a, ostatní akcesorické, max stupeň 1,

E2: Dominantní: *Pinus sylvestris* 2b

E3: Dominantní: *Pinus sylvestris* 5

5.3.1.1.2 Bor Klondajk (11)

Jde taktéž o jednověkovou borovou monokulturu 20 let starou, s výškou stromů 3-5 m, vysázené v obvyklém sponu 1m x 1m. Velmi špatně prostupný. Výskyt *Pinus sylvestris* je pravidelný. Ostatní byliny rostou náhodně, většinou však shlukovitě. Orientace J-JV, sklon 1%.

Zastoupení druhů dle dominance, stupnice dle Braun-Blanqueta:

E0: Dominantní: 2 druhy mechů, se stupněm 1-2a, celkem 12% plochy

E1: Influentní: *Calamagrostis epigeios* 2a, Ostatní akcesorické, max stupeň 1,

E2: Influentní: *Pinus sylvestris* 2m

E3: Dominantní: *Pinus sylvestris* 5



5.3.1.1.3 Smrčina, bor (12)

Původně vysázena jako borová monokultura, je 20 let stará, s výškou stromů více než 5 m, vysázené v obvyklém sponu 1m x 1m. Po obvodu jsou vysázené smrkové porosty. Je možné nalézt i porosty náletové. Ostatní byliny jsou rozmístěny náhodně, většinou však shlukovitě. Orientace V-JV, sklon až 5%.



Zastoupení druhů dle dominance, stupnice dle Braun-Blanqueta:

- E0: Dominantní: 4 druhy mechů, se stupněm 1-2b, celkem 40% plochy
- E1: Dominantní: *Rubus caesius* 2b, *Calamagrostis epigeios* 2b, *Equisetum arvense* 2a,
Ostání, akcesorické, max stupeň 1
- E2: Influentní: *Sambucus nigra* 2m, *Salix caprea* 2m
- E3: Dominantní: *Pinus sylvestris* 3, *Picea abies* 2b,
Influentní: *Betula pendula* 2m

5.3.1.1.4 Kontrola – Bor Vřesová (20)

Jedná se o vzrostlý asi 50-ti letý borový les, zařazený jako hospodářský. Orientace S-SZ, sklon až 10%.

Zastoupení druhů dle dominance, stupnice dle Braun-Blanqueta:

- E0: Dominantní: 3 druhy mechů, se stupněm 1-2b, celkem 40% plochy
- E1: Dominantní: *Rubus caesius* 4, *Poa nemoralis* 2b, *Poa trivialis* 2a,
Influentní: *Dryopteris filix-mas* 2a, *Oxalis acetosella* 2m,
Ostání, akcesorické, max stupeň 1
- E2: Dominantní: *Sorbus aucuparia* 2b, *Quercus robur* 2b, *Alnus glutinosa* 2a, *Acer pseudoplatanus* 2a, *Sambucus nigra* 2a
Influentní: *Ulmus glabra* 2m
Akcesorické: *Salix caprea* 1
- E3: Dominantní: *Pinus sylvestris* 5
Influentní: *Quercus robur* 2m
Akcesorické: na stupnici max 1



5.3.1.2 Listnaté

Výhodou ploch s listnatými dřevinami je, jejich každoroční opad a tím i rychlejší tvorba půdy. Na druhé straně porosty listnatých lesů významně ovlivňuje přítomnost srnčí zvěře, která stromy okusuje.

5.3.1.2.1 Olšina Klondajk (13)



Jedná se o 20-ti letý porost vysázených monokulturou listnatých dřevin, po obvodu s pámelníkem a kalinou, v těsné blízkosti javořiny a doubravy, nyní již i s množstvím náletových dřevin. Olše byly vysázeny obvyklým způsobem pro technickou lesnickou rekultivaci, jejich výskyt je pravidelný. Ostatní dřeviny rostou náhodně, byliny většinou shlukovitě. Orientace J-JV, sklon 1%.

Zastoupení druhů dle dominance, stupnice dle Braun-Blanqueta:

- E0: Akcesorické: jeden druh mechu s pokryvností 1
E1: Influentní: *Fragaria vesca* 2a, *Rubus caesius/ideus* 2m,
Calamagrostis epigeios 2m,
Akcesorické: *Chaerophyllum temulum* 1
E2: Dominantní: *Symphoricarpos albus* 2a,
Akcesorické: *Ligustrum vulgare* 2a, *Viburnum obulus* 2m
E3: Dominantní: *Alnus glutinosa* 5,
Akcesorické: *Acer pseudoplatanus* 1, *Sorbus aucuparia* 1

5.3.1.2.2 Javořina Klondajk (14)

Jedná se o 20-ti letý porost vysázených monokulturou listnatých dřevin, v těsné blízkosti doubravy, od olšiny oddělen pámelníkem a kalinou. Javoře byly vysázeny obvyklým způsobem pro technickou lesnickou rekultivaci, jejich výskyt je pravidelný. Ostatní dřeviny rostou náhodně, byliny většinou shlukovitě. Orientace J-JV, sklon 10%.

Zastoupení druhů dle dominance, stupnice dle Braun-Blanqueta:

- E0: Influentní: 3 druhy s pokryvností 1-2m
E1: Influentní: *Fragaria vesca* 2a,
Akcesorické: další druhy jsou dle stupnice hodnoceny
+ nebo 1
E2: Influentní: *Quercus robur* 2m,
Akcesorické: *Sambucus nigra* +
E3: Dominantní: *Acer pseudoplatanus* 5



5.3.1.2.3 Doubrava Klondajk (15)

Jedná se o 20-ti letý porost vysázených monokulturou listnatých dřevin, v těsné blízkosti javořiny, od olšiny oddělený pámelníkem a kalinou. Duby byly vysázeny obvyklým způsobem pro technickou lesnickou rekultivaci, jejich výskyt je pravidelný. Ostatní dřeviny rostou náhodně, byliny většinou shlukovitě. Orientace J-JV, sklon 10%.

Zastoupení druhů dle dominance, stupnice dle Braun-Blanqueta:

- E0: Influentní: 6 druhů s pokryvností 1-2a (16%)
E1: Influentní: *Calamagrostis epigeios* 2m,

- ostatní, akcesorické, s pokryvností + až 1
 E2: Influentní: *Betula pendula* 2a, *Fagus sylvatica* 2a
 E3: Dominantní: *Quercus robur* 5,
 ostatní, akcesorické, s pokryvností +

5.3.1.2.4 Kontrola – Listnatý les u potoka Vřesová (22)



Jedná se o lužní listnatý les mimo plochu výsypky, podél Chodovského potoka. Orientace dle toku potoka J-JV, sklon téměř 0%.

Zastoupení druhů dle dominance, stupnice dle Braun-Blanqueta:

- E0: 3 druhy mechů s pokryvností 1
 E1: Dominantní: *Galeopsis pubescens* 3, *Aegopodium podagraria* 2b, *Ortica dioica* 2a, *Rosacea/Apiaceae**) ? 2a, *Fillipendula ulmaria* 2a,

Influentní: *Poa trivialis* 2m,

Akcesorické: *Oxalis acetosella* 1, *Galium aparine* 1, ostatní s pokryvností + až 1

- E2: Akcesorické: *Fagus sylvatica* 1, *Sorbus aucuparia* 2a

- E3: Dominantní: *Alnus glutinosa* 5,

Influentní: *Sorbus aucuparia* 2m,

Akcesorické: *Acer pseudoplatanus* 1

*) určení tohoto druhu bylo nemožné, vzhledem k tomu, že po celou vegetační dobu byla rostlina bez květenství; pravděpodobně se jedná o introdukovaný druh rodu Rosacea nebo Apiaceae. I přesto, že druh ani rod není přesně znám, není možno ho vzhledem k jeho dominanci pominout.



5.3.1.2.5 Sukcesní les Vintířov - Ježek (16)

Plocha s řízenou sukcesí přibližně 20 let stará, porost dřevin je smíšený. Je to jedna z nejstarších ploch na VPV. Celková pokryvnost mechového a bylinného patra je průměrná, ale s velkým množstvím druhů.

Zastoupení druhů dle dominance, stupnice dle Braun-Blanqueta:

- E0: 7 druhů (15%)

- E1: Dominantní: *Fragaria vesca* 2a,



Influentní: *Poa trivialis* 2m, *Crepis biennis* 2m, *Trifolium medium* 2m, *Trifolium hybridum* 2m,

Akcesorické: *Epipactis helleborine* 1 a ostatní dle fyto.c.snímku v rozsahu + - 1

E2: Dominantní: *Betula pendula* 2a,

Akcesorické: *Picea abies* 2m *Salix caprea* 1, *Crataegus monogyna* 2a

E3: Dominantní: *Betula pendula* 4, *Picea abies* 2a,

5.3.1.2.6 Sukcese les Jezírek Záchranářů (17)

Lokalita vznikla řízenou sukcesí před 15 lety. Celková pokryvnost bylinného patra je poměrně vysoká.



Zastoupení druhů dle dominance, stupnice dle Braun-Blanqueta:

E0: Influentní: druhy mechu s pokryvností 1-2a

E1: Dominantní: *Calamagrostis epigejos* 3, *Deschampsia caespitosa* 2b, *Poa trivialis* 2b, *Equisetum palustre* 2a

ostatní, akcesorické, s pokryvností + až 1

E2: Dominantní: *Salix caprea* 2a,

Influentní: *Crataegus monogyna* 2m

E3: Dominantní: *Betula pendula* 4, *Populus tremula* 3

5.3.1.2.7 Sukcesní les Klára (18)

Stanoviště vzniklo přibližně před 15 lety řízenou sukcesí, je odděleno od sousedního mokřadu uměle vytvořeným valem. Dřevinný porost je smíšený s převahou listnatých stromů. Celková pokryvnost bylinného patra je poměrně vysoká. V jarním aspektu je vegetační pokryv E0-E1 z 30% zcela zdevastován prasetem divokým.



Zastoupení druhů dle dominance, stupnice dle Braun-Blanqueta:

E0: Influentní: 6 druhů z řad mechorostů a lišejníků 1-2m

E1: Dominantní: *Calamagrostis epigeios* 2b, *Trifolium medium* 2a,

Influentní: *Fragaria vesca* 2a, *Pimpinella saxifraga* 2m, *Poa nemoralis* 2m, *Poa pratensis* 2m, *Agrostis stolonifera* 2m
ostatní, akcesorické, s pokryvností + až 1

E2: Dominantní: *Alnus glutinosa* 2a,

Influentní: *Pyrus communis* 2m,

E3: Dominantní: *Betula pendula* 2b, *Alnus glutinosa* 2m

ostatní, akcesorické, s pokryvností +

5.3.2 Bezlesí

5.3.2.1 Mokřady

Na mírně podmáčených až mokřadních lokalitách vznikla řízeně či samovolně drobná či větší jezírka z části zarostlá orobincem či rákosem. Především porosty rákosu mají mimořádný význam pro vývoj nového ekologického systému. Tyto porosty lze brát jako tzv. kondenzační jádro nově utvářeného vodního cyklu krajiny (BROUMOVÁ et al, 2007).

5.3.2.1.1 Mokřad Klára (7)

Díky vybudování valů vzniklo řízenou sukcesí přibližně před 10 lety toto jezírko. Zastoupení druhů dle dominance, stupnice dle Braun-Blanqueta:

E0: Akcesorické: 4 druhy s pokryvností 1

E1: Dominantní: *Phragmites australis* 3, *Juncus articulatus* 2a *Tetragonolobus maritimus* 2a, *Calamagrostis epigejos* 2a,

Influentní: *Arrhenatherum elatius* 2m

ostatní, akcesorické, s pokryvností + až 1

E2: Akcesorické: druhy s pokr.max 1

E3: Dominantní: *Betula pendula* 3,

ostatní, akcesorické, s pokryvností 1 až +



5.3.2.1.2 Mokřad jezírek Záchranářů (8)

Stáří 15 let, vznik řízenou sukcesí, růst dřevin je blokován zmlazováním. Celková pokryvnost bylinného patra jedné z částí je poměrně vysoká, na další části naopak. Vzhledem k tomu byl proveden dvojnásobný počet snímků.

Zastoupení druhů dle dominance, stupnice dle Braun-Blanqueta:

E0: 3 druhy s pokryvností 1 až 3

E1: Dominantní: *Phragmites australis* 2a, *Calamagrostis epigejos* 2a,

Influentní: *Potentilla anserina* 2a, *Alchemilla vulgaris* 2m, *Tussilago farfara* 2m, *Juncus conglomeratus* 2m

Akcesorické: ostatní s pokryvností + až 1

E2: Dominantní: *Alnus glutinosa* 2m, *Salix caprea* 2a

Ostání jsou Akcesorické.



5.3.2.1.3 Mokřad u skládky Satr (9)



Jedna z nejstarších a (nejen) esteticky nejhodnotnějších lokalit vzniklých řízenou sukcesí – 30 let. Celková pokryvnost bylinného patra je opět vysoká. Brzy na jaře je celá studovaná plocha pod hladinou mokřadu. Vzhledem k délce linie byl proveden dvojnásobný počet snímků.

Zastoupení druhů dle dominance, stupnice dle Braun-Blanqueta:

E0: 4 druhy s pokryvností 1-2a

E1: Dominantní: *Agrostis tenuis* 3, *Molinia caerulea* 2a, *Bidenst tripartita* 2a, *Lycopus europaeus* 2a, *Lysemachia vulgaris* 2a

Influentní: *Eleocharis palustris* 2a, *Juncus conglomeratus* 2a, *Deschampsia caespitosa* 2m, *Scirpus sylvaticus*
ostatní, akcesorické, s pokryvností + až 1

E2: Akcesorické: *Alnus glutinosa* 1, *Salix caprea* 1

E3: Dominantní: *Betula pendula* 3, *Alnus glutinosa* 3, *Salix euxina* 15
ostatní, akcesorické, s pokryvností 1.

5.3.2.1.4 Kontrola – Lužní les Vřesová (21)

Kontrolní stanoviště, jehož věk není znám, sklon je téměř 0%. V letních měsících tu vegetace dosahuje výšky téměř 150cm. V jarním aspektu můžeme pozorovat podmáčené podloží pokryté tlející biomasou s porostem dominantního orseje jarního (*Ficaria verna* subsp. *bulbifera*) (až 80-90% E1) a mechu.



Zastoupení druhů dle dominance, stupnice dle Braun-Blanqueta:

E0: Dominantní: 1 druh mechu 2a

E1: Dominantní: *Filipendula ulmaria* 2b, *Scirpus sylvaticus* 2b, *Lysimachia vulgaris* 2b, *Galeopsis pubescens* 2a

Influentní: *Poa trivialis* 2m a *Deschampsia caespitosa* 2m
ostatní, akcesorické, s pokryvností 1 až +

E2: Influentní: *Sambucus nigra* 2m

E3: Dominantní: *Alnus glutinosa* 4.

5.3.2.2 Louky

Při zemědělské rekultivaci bývá povrch surového výsypkového substrátu vytvarován, urovnán a obvykle překryt ornici sejmoutou při záborech půdy ve vrstvě asi 35cm nebo je proveden přímo do zdejší jílovité horniny (FROUZ et.al., 2007) výsev

jetelotravní směsky (3-5druhů). Tento druh rekultivace má významnou stabilizační funkci (BROUMOVÁ et al, 2007)

5.3.2.2.1 Louka Pánské povodí (1)

Technická zemědělská rekultivace – vyseta jetelotravní směska. Pravidelně sečená louka. Stáří 10 let. Celková pokryvnost bylinného patra je téměř 100%. V jarním aspektu můžeme pozorovat poškození povrchu činností prasete divokého a v menší míře srnčí zvěří.



Zastoupení druhů dle dominance, stupnice dle Braun-Blanqueta:

E0: Akcesorické: 1 druh mechu

E1: Dominantní: *Trifolium pratense* 3, *Phleum pratense* 2a,

Poa pratensis 2a

Influentní: *Poa trivialis* 2m a *Festuca pratensis* 2m
ostatní, akcesorické, s pokryvností 2m až +

5.3.2.2.2 Louka Lomnice (2)

Technická zemědělská rekultivace. Pravidelně sečená louka. Stáří 10 let. Celková pokryvnost bylinného patra je opět velmi vysoká.

Zastoupení druhů dle dominance, stupnice dle Braun-Blanqueta:

E0: Akcesorické: 1 druh mechu

E1: Dominantní: *Poa pratensis* 2b, *Poa trivialis* 2b,

Calamagrostis epigejos 2b

Influentní: *Cirsium arvense* 2m,
Deschampsia caespitosa 2m
ostatní, akcesorické, s pokryvností 1 až +



5.3.2.2.3 Louka Matyáš (3)

Technická zemědělská rekultivace. Pravidelně sečená louka. Stáří 40 let. Celková pokryvnost bylinného patra je opět velmi vysoká.

Zastoupení druhů dle dominance, stupnice dle Braun-Blanqueta:

E0: Akcesorické: 1 druh mechu +

E1: Dominantní: *Taraxacum officinale* 3, *Dactylis glomerata* 2b

Influentní: *Poa trivialis* 2m, *Tanacetum vulgare* 2m a
Deschampsia caespitosa 2a

ostatní, akcesorické, s pokryvností 2m až +



5.3.2.2.4 Kontrola – Louka Vřesová (19)

Kontrolní stanoviště. Pravidelně sečená louka. Stáří není známo. Celková pokryvnost bylinného patra je opět velmi vysoká.

Zastoupení druhů dle dominance, stupnice dle Braun-Blanqueta:

E0: Influentní: 1 druh mechu 2a

E1: Dominantní: *Arrhenatherum elatius* 2a,
Dactylis glomerata 2a,

Influentní: *Pimpinella saxifraga* 2a a
Phleum praense 2m, *Galium aparine* 2m,
Tanacetum vulgare 2m, *Festuca pratensis*
2m, *Alopecurus pratensis* 2m, *Taraxacum*
officinale 2m

ostatní, akcesorické, s pokryvností 2m až +



5.3.2.2.5 Bylinná sukcese Vřesová (4)



Obrázek 5-1 Sukcese Vřesová – linie A a linie B

Bylinná vegetace vznikla přirozenou sukcesí před 10-15 lety na hrubém jílovitém substrátu



Linie A: Celková pokryvnost bylinného patra je poměrně vysoká.

Zastoupení druhů dle dominance, stupnice dle Braun-Blanqueta:

E0: Dominantní: 1 druh mechu 3

E1: Dominantní: *Calamagrostis epigejos* 3

Influentní: *Poa pratensis* 2m, *Poa trivialis* 2m, *Deschampsia caespitosa* 2m,

ostatní druhy, akcesorické, jsou na stupnici 1 - +

Z akcesorických je překvapující výskyt skřípiny lesní (*Scirpus sylvaticus*)

Linie B: Na první pohled vegetačně chudší stanoviště.

Zastoupení druhů dle dominance, stupnice dle Braun-Blanqueta:

E0: Akcesorické: 3 druh 1-2m

E1: Dominantní: *Calamagrostis epigejos* 3, *Tussilago farfara* 2a, *Centaurea stoebe* 2a

Influentní: *Hieracium sciadophorum* 2a



5.3.2.2.6 Bylinná sukcese Vintířov (5)

I přesto, že byla do hrubého jílovitého substrátu provedena výsadba smrkové monokultury (*Picea abies*) a keřů podél hospodárnice, můžeme toto lokalitu stále řadit mezi bylinné sukcese. Pokryvnost dřevinami je vzhledem ke skomírajícímu stavu stromků i keřů velmi malá až zanedbatelná. Terén je zde poměrně svažité, orientován na J-JV, téměř bez vegetačního pokryvu, což přisuzují především kolísání vlhkostních poměrů způsobených rychlým odtokem srážkových vod.

Zastoupení druhů dle dominance, stupnice dle Braun-Blanqueta:

E0: Dominantní: 1 druh mechu 2a

E1: Dominantní: *Calamagrostis epigejos* 3, *Tussilago farfara* 2a

Influentní: *Hieracium sciadophorum* 2a

5.3.2.2.7 Bylinná sukcese Lomnice (6)

I tato lokalita byla osázena smrkovou monokulturou (*Picea abies*) ve sponu typickém pro lesnickou rekultivaci, přesto ji stále můžeme považovat za bylinnou sukcesi. Toto stanoviště je zajímavé výskytem vznácných teplomilných střevlíků, kteří obvykle obývají subxerofytní stanoviště s bylinnou vegetací (CUDLÍN, 2012).

Zastoupení druhů dle dominance, stupnice dle Braun-Blanqueta:

E0: Dominantní: 2 druh mechu 2m-2b

E1: Dominantní: *Dactylis glomerata* 2a, *Taraxacum officinale* 2a

Influentní: *Hieracium sciadophorum* 2m, *Calamagrostis epigejos* 2m, *Medicago sativa* 2m, *Lupinus polyphyllus* 2m, *Trifolium medium* 2m

Ostatní druhy jsou akcesorické, na stupnici 1 až +

5.4 Terénní observace

Práce v terénu probíhala od konce května do října 2012 a pro dokreslení jarním aspektem i v březnu 2013. Východiskem bylo seznámení se se zvolenými stanovišti, vytyčení čtverců pro určení diverzity, procentuálního zastoupení druhů a celkové pokryvnosti. Vytvořila jsem fotografickou dokumentaci čtverců i celé zájmové

lokality. Druhy jsem určovala s pomocí knih: Klíč ke květeně České republiky (Academia, 2002), Naše květiny (Dej1, Hisek, Academia, 2001) a Svět rostlin (Schauer, Caspari, Rebo productions CZ, 2007).

5.5 Zpracování dat, inventarizace druhů a výpočet indexu diverzity

Ke zvoleným lokalitám jsem sepsala seznam rostlin vyskytujících se v rámci celé lokality. Dále jsem z každé lokality vytvořila 3-6 fytocenologických snímků. Snímky byly pořizovány ze čtverců o velikosti 1m x 1m, u linií obvykle v počtu 3 nebo 6 snímků: na každém z konců linie a uprostřed; u čtvercových stanovišť obvykle v počtu 5 snímků: z každého rohu po jednom a jeden uprostřed.

Druhy vyskytující se na jednotlivých lokalitách jsem sepsala do tabulky a přiřadila k nim odhadem procento výskytu. Procentuální zastoupení jsem odhadovala zvlášť pro jednotlivá patra. Dominance jednotlivých druhů jsem přiřazovala podle Braun-Blanquetovi stupnice. Stejně jsem postupovala i při vytváření fytocenologických snímků sledovaných čtverců. Fytocenologické snímky tvoří přílohu č.I této práce. Na většině zvolených lokalit je významně zastoupeno i mechové patro. Ale vzhledem k tomu, že není smyslem této práce zkoumání druhů lišejníků a mechorostů, nezabíhám u jejich určování do podrobností. U mechového patra jsem určila pouze počet druhů a jejich pokryvnost. Po zadání všech dat jsem provedla výpočet Hillova indexu diverzity, ten bere v úvahu i procentuální zastoupení prázdných míst v porostu a lépe tak zohledňuje kompaktnost a zapojení porostu.

Hillův index druhové diverzity: $N_2 = (\sum x_i)^2 / \sum (x_i^2)$

Ve všech indexech x_i je hodnota projektivní dominance i -tého druhu. Se zvyšující se diverzitou hodnota indexu stoupá.

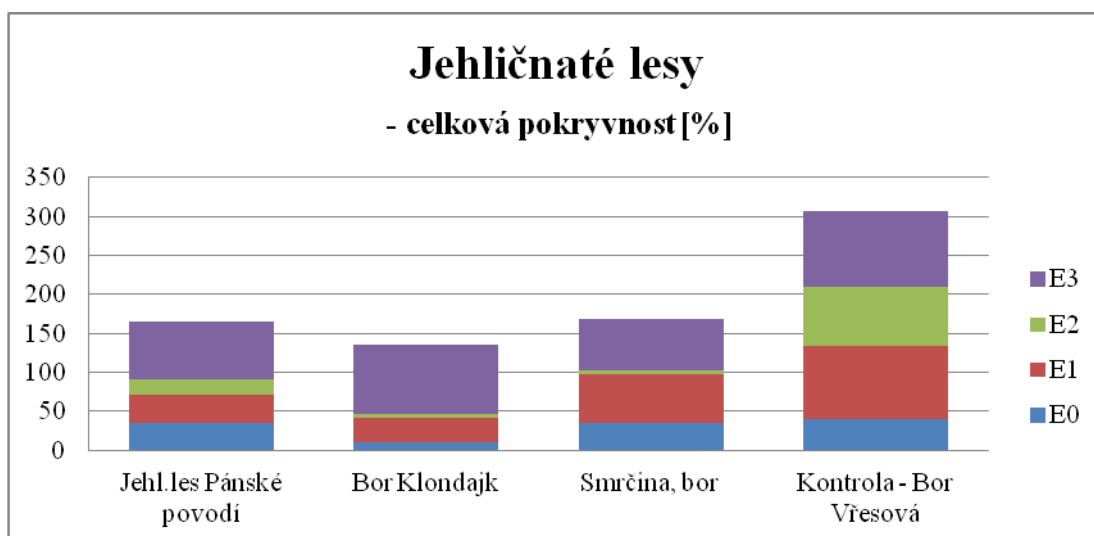
Indexy alfa diverzity jsem porovnávala v rámci zájmové lokality (habitat diverzity) a poté i se zvolenými srovnatelnými stanovišti, s kontrolním stanovištěm a v rámci celé výsypky. Zjištěné výsledky jsem porovnávala s výsledky průzkumů jiných deponií

6 Výsledky

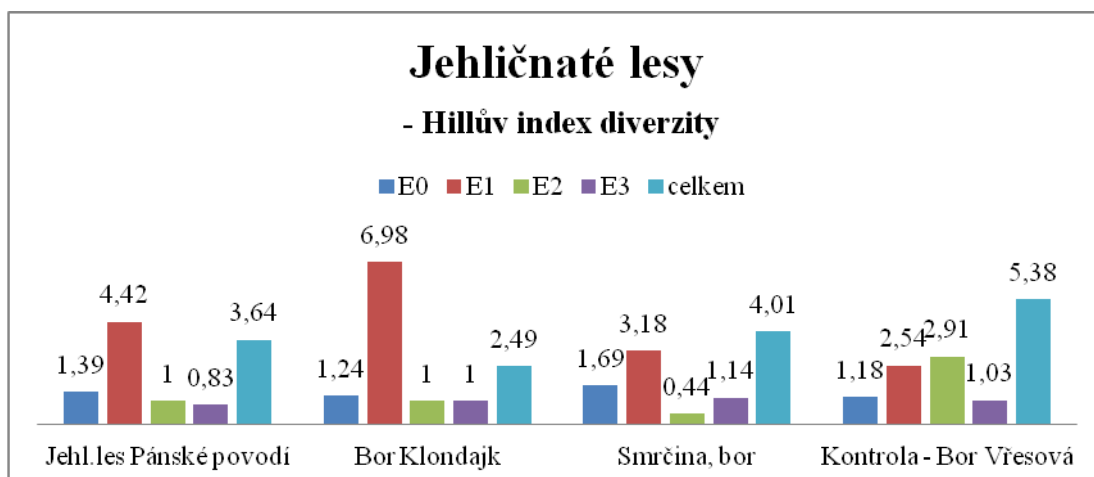
6.1 Lesy

Nejvýznamnější vegetační pokryv i celkovou druhovou diverzitu mezi jehličnatými lesy výsypky má Smrčina-bor, vzhledem ke stáří a horizontálnímu prosvětlení porostu se již dostatečně vyvinula vegetace v bylinném podrostu (Obr. 1). Srovnáme-li však druhovou diverzitu E2, vychází lépe mladší Bor Klondajk následovaný borem Pánské povodí, kde ještě nedochází ke konkurenčnímu boji bylin, které jsou zastoupeny menším počtem jedinců téhož druhu, zato je druhově pestřejší (Obr. 2, Tab. 1). V porovnání s kontrolním borem mimo výsypku platí pro pokryvnost totéž, co pro Smrčinu-bor, který je více než 50 let starý a všechna patra jsou dostatečně

rozvinutá. Avšak přihlédneme-li k druhové diverzitě, jsou patrné důsledky konkurenčního boje a převládá jen několik dominantních druhů.



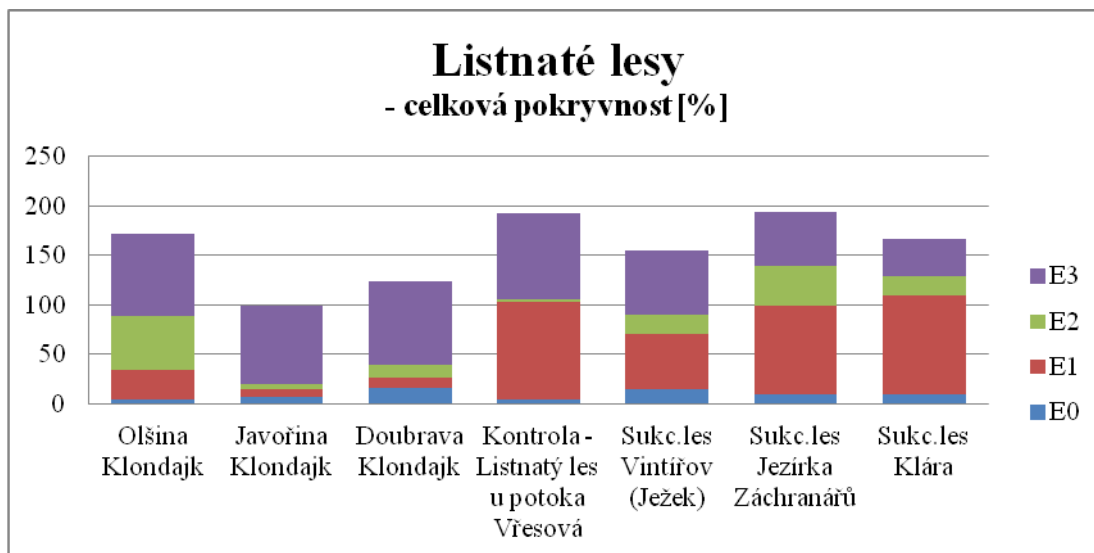
Obr.1. Pokrývnost jednotlivých vegetačních pater pro všechny sledované jehličnaté lesy.



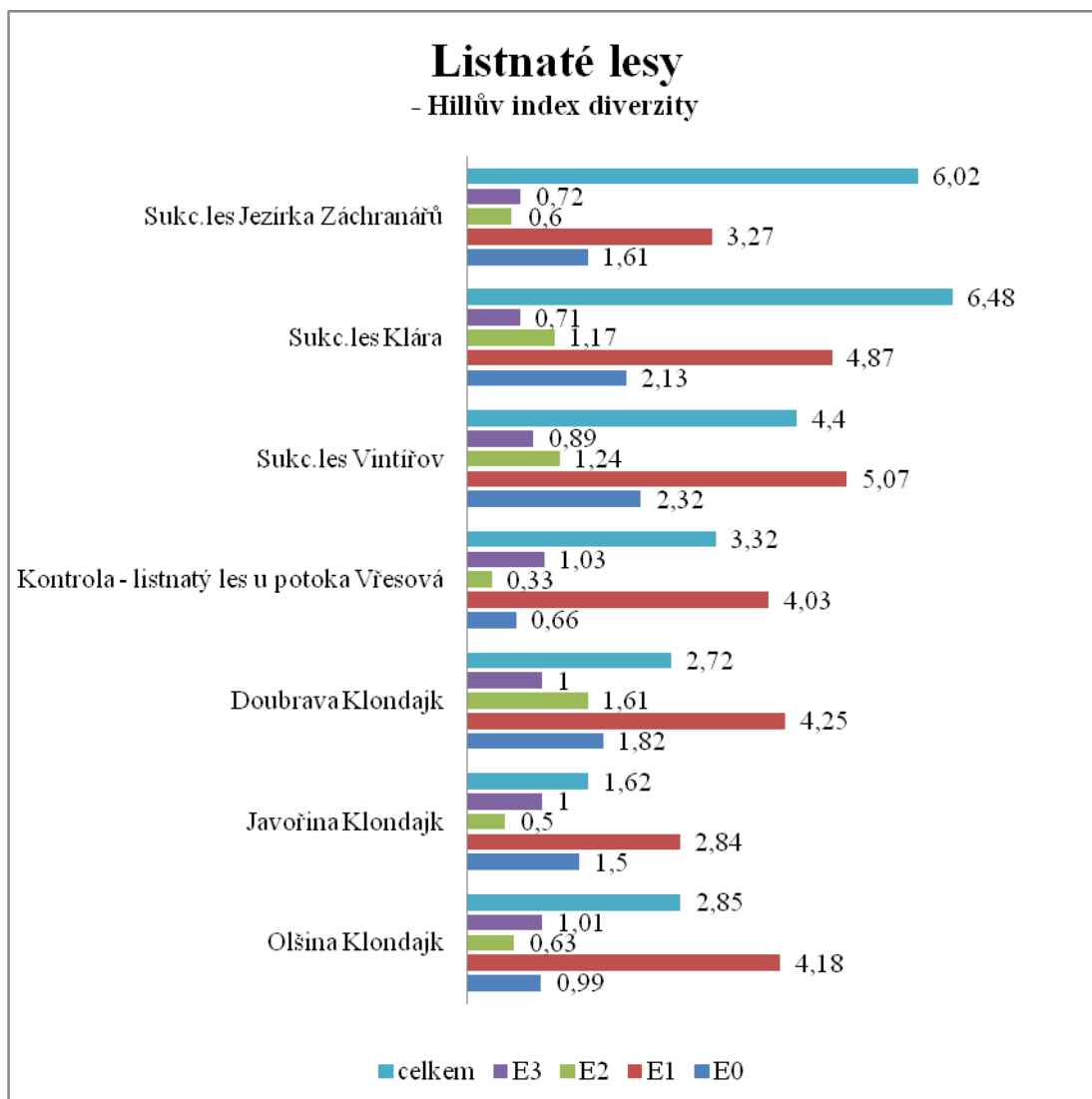
Obr.2. Hillův index diverzity pro všechny sledované jehličnaté lesy.

Mezi listnatými lesy výsypky je jasným favoritem olšina s velkým množstvím keřů a (v porovnání s ostatními listnatými lesy) s bujným bylinným podrostem, který se zde snadno uchycuje díky tvorbě půdy rychlejší dekompozicí opadu z olší (Obr. 3). Podíváme-li se na diverzitu, ta je u olšin srovnatelná s doubravou. V porovnání s kontrolní lokalitou – listnatý les u potoka, Vřesová, je jako v předchozím případě toto stanoviště hustěji zarostlé. Což však neplatí pro keřové patro, které nedokáže konkurovat hustému bylinnému porostu, které v letních měsících v maximální vegetační síle dosahuje výšky až 120 cm. V bylinném pásmu roste jen několik dominantních druhů, které vyloučily ostatní konkurenty (Obr. 4, Tab. 2).

U sukcesních lesů je možné pozorovat zastoupení všech pater i širší druhové zastoupení než u jiných listnatých (rekultivovaných) lesů na výsypce. Ve všech sukcesních lesích hojně roste třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Nejvyšší pokryvnost má Sukcesní les Jez.Záchranařů. Jedná se o dosti vlhký les s břízami a osikami, bývá často probírán a prořezáván, tudíž je i světlejší. Počtem druhů je již poněkud chudší než druhé dva sukcesní lesy - konkurenční boj.



Obr.3. Pokryvnost jednotlivých vegetačních pater pro všechny sledované listnaté lesy.



Obr.4. Hillův index diverzity pro všechny sledované listnaté lesy.

Porovnáme-li sukcesní lesy s kontrolním listnatým lesem mimo výsypku nebo s listnatými rekultivovanými lesy můžeme pozorovat bohatší pásmovitost a vyšší druhové zastoupení. V rámci lesů mají nejvyšší vegetační pokryvnost i druhovou diverzitu sukcesní lesy.

Tab. 1. Vybrané důležité charakteristiky pro fytoecologický snímek a diverzitu bylinného a dřevinného společenstva.

Jehličnatý les	Hillův index diverz.	Sklon v %	Orient. svahu	Počet druhů E ₀	Počet druhů E ₁	Počet druhů E ₂	Počet druhů E ₃	Počet fytoc. snímků
Bor Pánské povodí	3,88	1%	Z-JZ	4	27	1	1	5
Bor Klondajk	2,80	1%	J-JV	5	26	1	1	5
Smrčina, bor	4,01	5%	V-JV	7	27	3	2	5
Bor Vřesová	5,38	10%	S-SZ	3	11	7	4	5

Tab. 2. Vybrané důležité charakteristiky pro fytoocenologický snímek a diverzitu bylinného a dřevinného společenstva.

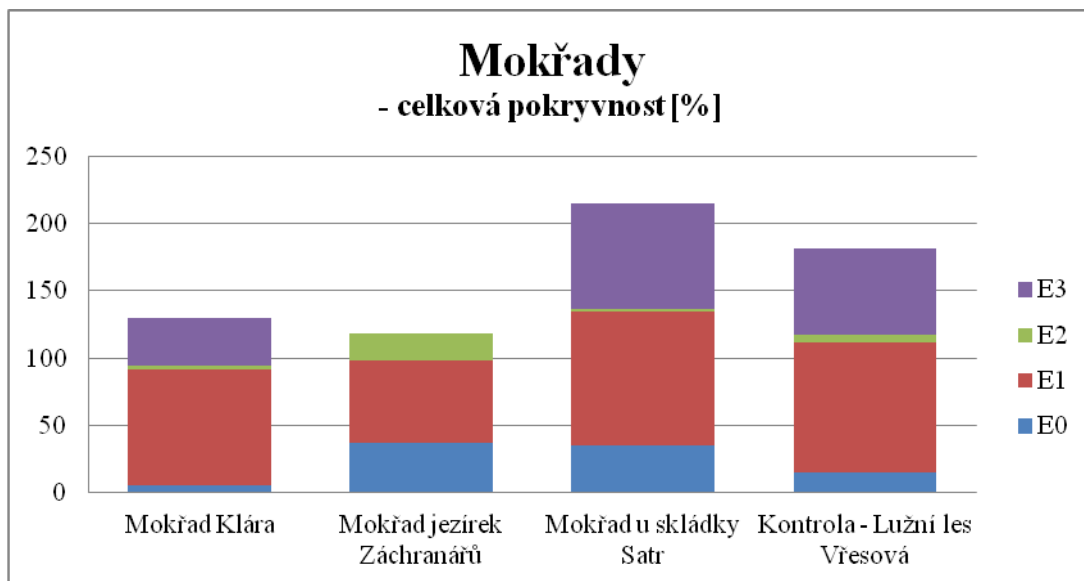
Listnatý les	Hillův index diverz.	Sklon v %	Orient. svahu	Počet druhů E ₀	Počet druhů E ₁	Počet druhů E ₂	Počet druhů E ₃	Počet fytoc. snímků
Olšina Klondajk	2,85	1	J-JV	1	18	3	3	5
Javořina Klondajk	1,62	10	J-JV	3	9	0	1	5
Doubrava Klondajk	2,72	10	J-JV	6	14	3	4	5
KO-listnatý les u potoka	3,32	0	J-JV	2	21	2	3	5
Sukc.les Vintřov	4,40	1	V-SV	6	22	5	2	5
Sukc.les Jez.Záchranářů	6,02	0	J-JV	4	15	3	2	3
Sukc les Klára	6,48	0	V-Z	6	28	7	3	5

6.2 Bezlesí

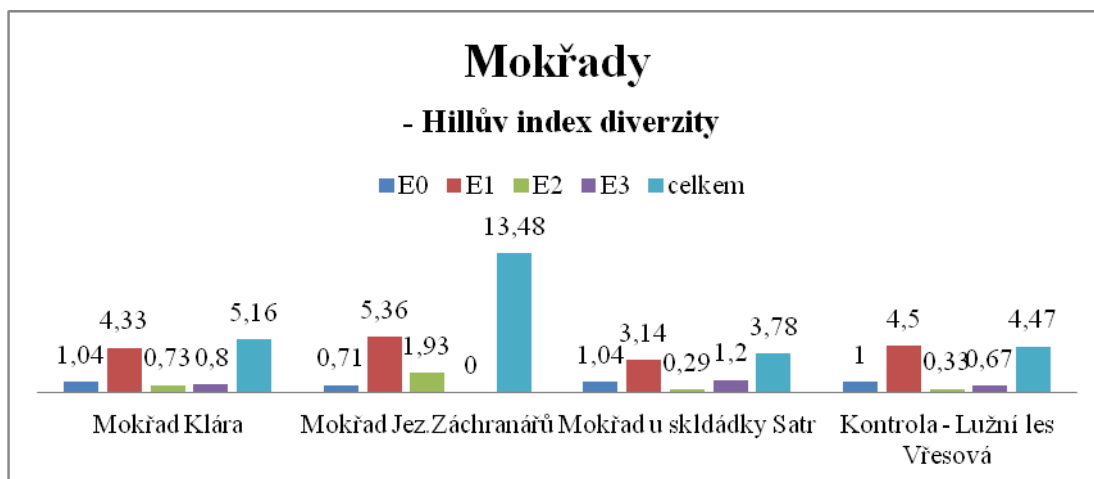
Mechové a především bylinné pásmo je v mokřadech výrazně zastoupeno ve všech lokalitách. Sukcese stromového pásma mokřadu Jezírka Záchranářů je blokována zmlazováním dřevin, proto je zastoupení keřového patra výraznější než u srovnatelných stanovišť.

Nejvyšší pokryvnost má i nejstarší mokřad na VPV, dokonce vyšší než kontrolní lužní les, zároveň však také s nejnižší diverzitou, kdy již převládlo několik dominantních druhů v konkurenčním boji (Obr. 5).

U mokřadu Jezírka Záchranářů vychází i index diverzity poměrně vysoký v porovnání s ostatními lokalitami. Důvodem je velká různorodost porostů sledovaného čtverce. Poblíž vody je nízká pokryvnost a spíše rumištní druhy a třtina křovištní, v kopečku převládají druhy lučních společenstev a rákosina (Obr. 6, Tab. 3).

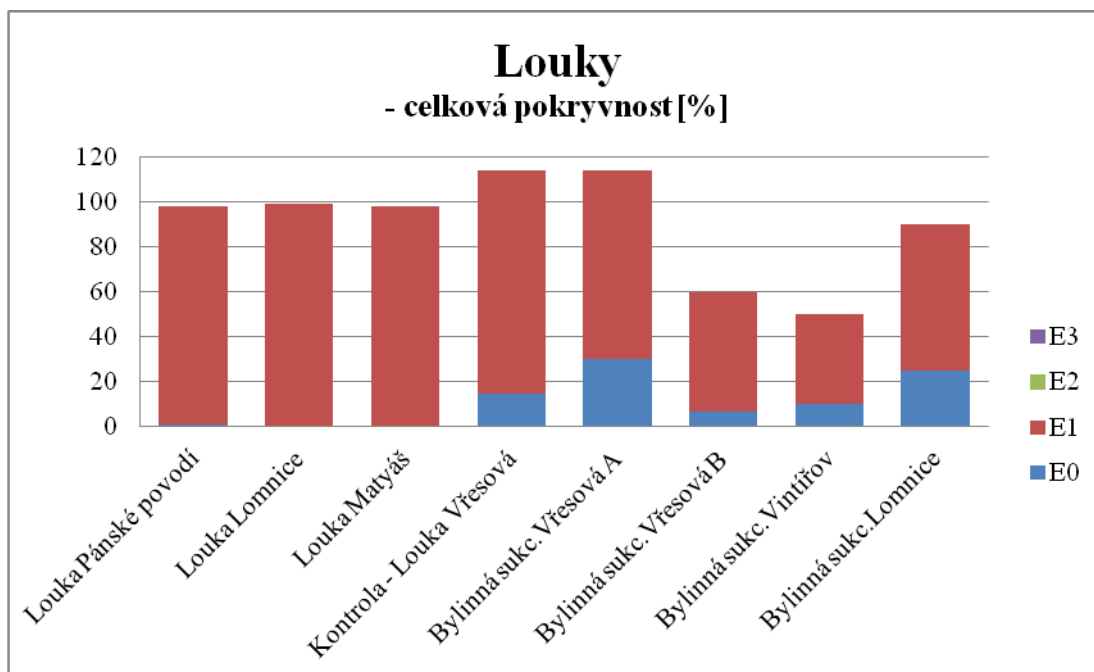


Obr.5. Pokrývnost jednotlivých vegetačních pater pro všechny sledované mokřady.

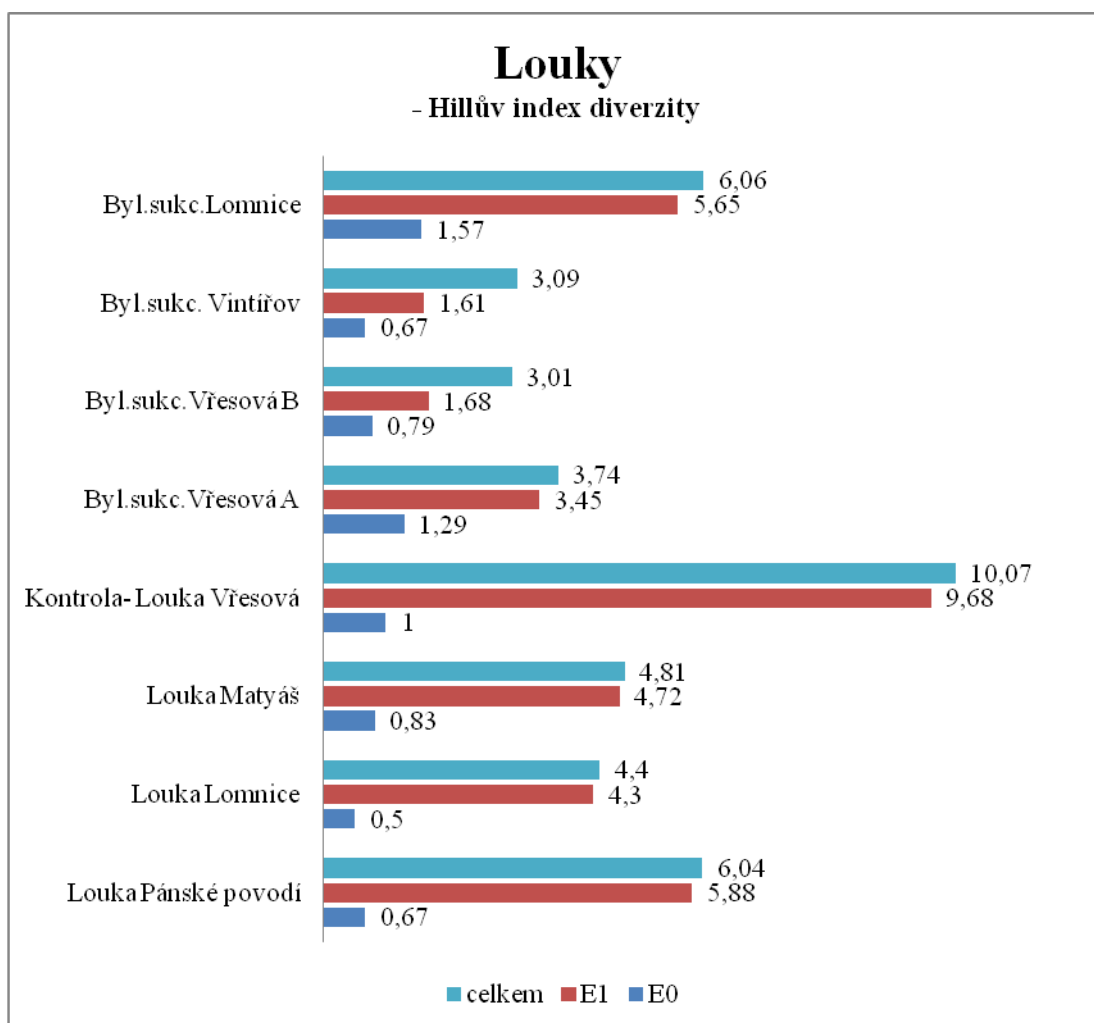


Obr.6. Hillův index diverzity pro všechny sledované mokřady.

Přirozeně zarostlé travní porosty mají vyšší zastoupení mechového patra než rekultivované. Technicky rekultivované louky mají souvislejší vegetační pokryv než spontánně zarostlé travní porosty (Obr. 7). Technicky rekultivované louky jsou druhově bohatší než mladší bylinné sukcese (Obr. 8, Tab. 4). Ani v jednom z bodů však technicky rekultivované louky nemohou konkurovat přirozené louce



Obr. 7. Pokrývnost jednotlivých vegetačních pater pro všechny sledované louky a travní porosty.



Obr. 8. Hillův index diverzity pro všechny sledované louky.

U bylinných sukcesí tvoří třtina křovištní téměř kompaktní porost. Výjimku tvoří sukcese Lomnice, která se pokryvností a druhovým zastoupením blíží technicky rekultivovaným loukám snad i proto, že je od jedné takové louky oddělena pouze hospodárnicí.

Tab. 3. Vybrané důležité charakteristiky pro fytoecologický snímek a diverzitu bylinného společenstva.

Mokřady	Hillův index diverz.	Sklon v %	Orient. svahu	Počet druhů E ₀	Počet druhů E ₁	Počet druhů E ₂	Počet druhů E ₃	Počet fytoec. snímků
Mokřad Klára	5,16	0	V-Z	4	18	2	4	3
Mokřad Jez.Záchranářů	13,48	0	J-JV	3	21	7	0	6
Mokřad u skl.Satr	3,78	0	V-Z	4	21	2	7	6
KO- Lužní les Vřesová	4,47	0	S-J	1	15	1	1	5

Tab. 4 Vybrané důležité charakteristiky pro fytoecologický snímek a diverzitu bylinného společenstva.

Louky	Hillův index diverz.	Sklon v %	Orient. Svahu	Počet druhů E ₀	Počet druhů E ₁	Počet druhů E ₂	Počet druhů E ₃	Počet fytoec. snímků
Louka Pánské povodí	6,04	5	V-JV	1	18	0	0	5
Louka Lomnice	4,40	0	S-SZ	1	25	0	0	5
Louka Matyáš	4,81	5	J-JV	1	32	0	0	5
KO-Louka Vřesová	10,07	5	J	1	35	0	0	5
Byl.sukc.Vřesová A	3,74	10	J	1	35	0	0	3
Byl.sukc.Vřesová B	3,01	0	Z	3	5	0	0	3
Byl.sukc.Vintřřov	3,09	10	J-JV	1	5	0	0	3
Byl.sukc.Lomnice	6,06	1	Z-JZ	2	22	0	0	3

7 Diskuze (VPV versus jiné, vznikem srovnatelné, lokality)

7.1 VPV

V okolí Sokolova v post-těžební krajině, je přibližně 90 km² výsypek, více než polovina z nich byla rekultivována nebo rekultivace právě probíhá, nemalá část je též ponechána ladem a probíhá zde spontánní sukcese (FROUZ et al.2008).

Již v počáteční fázi zde lze nalézt víceleté rostliny, z bylin jsou to především podběl lékařský (*Tussilago farfara*), třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), z dřevin pak hlavně bříza bělokorá (*Betula pendula*), jíva (*Salix caprea*) a osika (*Populus tremula*) (FROUZ et al.2008). Dle PŘIKRYLA (in STEJSKAL, 2009) se zde snáze, v porovnání např. s Mosteckem, uchycují tyto druhy dřevin, především z důvodu

větší horizontální členitosti. Přibližně po 25 letech, po vyzrání porostu a změnou půdních horizontů, dochází k šíření lesních a lučních druhů, včetně vstavačovitých a hruštičkovitých (FROUZ et al., 2008). V nejstarších, téměř 50-ti letých přirozených porostech, jsou stále zastoupeny převážně březové porosty (*Betula pendula*) v podrostu s bohatou garniturou druhů bylin (STEJSKAL, 2009; PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010). Dle PŘIKRYLA in STEJSKAL (2009) jsou technicky rekultivované plochy vzhledem ke stejnověkosti porostu více náchylné k přírodním výkyvům. Na plochách s technicky provedenou lesnickou rekultivací lze pozorovat také menší biologickou diverzitu než na spontánně zarostlých lokalitách (STEJSKAL, 2009; PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010).

Z chráněných a ohrožených druhů rostlin můžeme jmenovat krušík bahenní (*Epipactis palustris*), prstnatec májový (*Dactylorhiza majalis*) a p.Fuchsův (*D.fuchsii*), hruštička menší (*Pyrola minor*), hruštice jednostranná (*Orthilia sucunda*) (PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010).

MUDRÁK et al. (2010) porovnávali spontánně vzniklý podrost v sedmi různých lesních společenstvech: jedním z nich byl sukcesní les (osídlený *Betula pendula* a *Salix caprea*). Na něm bylo prokázáno, že i přirozenou sukcesí může být podrost úspěšně obnoven.

7.2 Mostecko

Výsypky mostecké pánve se svou rozlohou nemohou měřit s těmi sokolovskými. Zaujímají téměř 150 km² a největší z nich je Radovesická výsypka, která se rozkládá na samém okraji Českého středohoří. I zde okamžitě začíná spontánní vývoj vegetace primární sukcesí (HODAČOVÁ et PRACH, 2003). Jako první nastupují jednoleté rostliny, jako lebedy (*Atriplex sagittata*, *A.prostrata*), merlíky (hlavně *Chenopodium strictum*), rdesna (*Persicaria lapathifolia*, *Polygonum arenastrum*), starček lepkavý (*Senecio viscosus*) a dvouletky (bodlák obecný – *Carduus acanthoides*) v prvních 5-ti letech s pokryvností do 30%. Poté nastupují vytrvalé širokolisté byliny a trávy: vratič obecný (*Tanacetum vulgare*), pelyněk černobýl (*Artemisia vulgaris*), pýr plazivý (*Elytrigia repens*), třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*). Po 15-20 letech se vytváří klimaxové stádium s velmi hezkou mozaikou polopřírodní lesostepi (STEJSKAL, 2009; PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010) jak je možné pozorovat na nejstarší, technicky nesanované Albrechtické výsypce se stářím porostů i přes 50 let (PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010).

Stejně jako na VPV nalezneme i ve zdejších sníženinách hodnotné mokřady s dominancí orobince širokolitého (*Typha latifolia*) a rákosu (*Phragmites australis*) (PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010).

V prvních pěti letech je zde možno nalézt i s druhy vysloveně vzácné, jako je třeba kriticky ohrožená lebeda růžová (*Atriplex rosea*). V mokřadech též lebeda růžová (*Atriplex rosea*), silenka rozsochatá (*Silene dichotoma*), skřipinec dvoubližný (*Schoenoplectus tabernaemontani*), bahnička jednoplevá (*Eleocharis uniglumis*),

orobinec Laxmanův (*Typha laxmannii*) (PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010).

7.3 Kladensko

Kladensko je první z oblastí, kde se hlubinně těží černé uhlí. Zde jsou výsypky staré 12 i více než 100 let. V haldách jsou uloženy permokarbonské sedimenty (hlušina) a škvára a popílky z hutí a různý jiný odpad. Primární sukcesní stádia již prakticky nenalezneme, protože doly byly již uzavřeny. Pokud byly takové plochy ještě zachovány nebo dochází k jejich obnově rozrušením povrchu starších výsypek, pak vegetaci tvoří jednoleté rumištní druhy (DVOŘÁKOVÁ, 2008), v další etapě vývoje následují dvouleté a víceleté rumištní rostliny podběl lékařský (*Tussilago farfara*), vratič obecný (*Tanacetum vulgare*) aj., brzy na to nastupují dřeviny typické pro raná sukcesní stádia - bříza (*Betula pendula*), osika (*Populus tremola*), jíva (*Salix caprea*.), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), introdukovaný a hojný akát (*Robinia pseudacacia*), trnka (*Prunus spinosa*) a hlohy (*Crataegus* sp.div.) nebo bez černý (*Sambucus nigra*), mezi travinami dominuje ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*) a třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*) nebo lipnice smáčknutá (*Poa compressa*) (PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010).

Stejně jako na VPV nalezneme celou řadu vzácných a ohrožených druhů, některé dokonce mimo tuto oblast vyhynulé, a to převážně v porostech s počátečními sukcesními stádii.

K místním druhům ohrožených a vzácných druhů patří merlík hroznový (*Chenopodium botrys*), mrvka myší ocásek (*Vulpia myuros*), chundelka přetřhovaná (*Apera interrupta*), chruplavník větší (*Polycnemum majus*), lebeda růžová (*Atriplex rosea*), škarda malolistá (*Crepis rheadifolia*), jetel jahodnatý (*Trifolium fragiferum*), kapradina osinkatá (*Polystichum aculeatum*), kruštík širolistý (*Epipactis helleborine*), okrotice bílá (*Cephalanthera damasonium*), vousatka prstnatá (*Botriochloa ischaemum*), strdivka sedmihradská (*Melica transsilvanica*), mateřídouška časná (*Thymus praecox*), pcháč bezlodyžný (*Cirsium acaule*), pcháč bělohavý (*Cirsium eriophorum*), mochna přímá (*Potentilla recta*), oměj vlší mor (*Aconitum lycoctomum*), dřín obecný (*Cornus mas*), jeřáb břek (*Sorbus torminalis*), jabloň lesní (*Malus sylvestris*), violka divotvorná (*Viola mirabilis*), jaterník podléška (*Hepatica nobilis*), dobromysl obecná (*Origanum vulgare*), hlaváč žlutavý (*Scabiosa ochroleuca*), šalvěj luční (*Salvia pratensis*), tolita lékařská (*Vincetoxicum hirundinaria*) (GREMLICA et al., 2006, DVOŘÁKOVÁ, 2008).

7.4 Ostravsko

Převážná část ostravských hald byla srovnána či rozvezena. Atraktivními lokalitami jsou propadliny, kde došlo k proboření hlubinných šachet po těžbě černého uhlí, kde vznikají hodnotné mokřady. V počátečním stádiu (KOUTECKÁ et KOUTECKÝ, 2006) jsou zde typické: vrbovka rozmarýnolistá (*Epilobium dodonaei*), merlík hroznový (*Chenopodium botrys*), puplalky (*Oenothera* sp.div.), turan roční (*Erigeron*

annuus), turanka kanadská (*Conyza canadensis*) a samozřejmě je i na této výsypce místy dominantní třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Brzy nastupují i náletové dřeviny jako bříza bělokora (*Betula pendula*), topoly (hybridní populace topolu černého, topol kanadský) a různými vrby (*Salix* sp.div.) (STEJSKAL, 2009). Po 60 letech dospěje sukcese až k přírodě blízké dubohabřině. Potenciál ostravských hald k přirozené obnově krajiny je prakticky 100%.

Chráněné a ohrožené druhy rostlin ostravských výsypek: ostřice Otrubova (*Carex otrubae*), chrpa luční ostropterá (*Centaurea jacea* subsp. *oxylepis*), zeměžluč okolíkatá (*Centaureum erythraea*), zeměžluč spanilá (*C.pulchellum*), okrotice bílá (*Cephalanthera damasonium*), merlík hroznovitý (*Chenopodium botrys*), hvozdík svazčitý (*Dianthus armeria*), kruštík tmavočervený (*Epipactis atrorubens*), k. širolistý (*E.helleborine*), bradáček vejčitý (*Listera ovata*), hruštička okrouhlostá (*Pyrola rotundifolia*), hruštice jednostranná (*Orthilia sekunda*), kapradina laločnatá (*Polystichum aculeatum*). (PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010).

7.5 Ostatní výsypky

Jihozápadně od Plzně se nacházejí maloplošné deponie po těžbě černého uhlí. Výsledkem přirozené sukcese byly řídké porosty břízy bělokora (*Betula pendula*) s nižší pokryvností bylinného patra v podrostu (PYŠEK et STOČES 1983). Na nerozvezených a stále kuželovitých haldách dochází dodnes k mírnému posunu výsypkových substrátů, tudíž je uchycení souvislého vegetačního krytu velmi obtížné (PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010).

8 Závěr

Srovnáním lokalit na výsypce v rámci stejného biotopu lesů, byla zjištěna největší druhová diverzita i pokryvnost ve starší borové monokultuře, kde došlo již k dostatečnému horizontálnímu prosvětlení a tvorbě vrstvy půdního profilu. Vezmeme-li v úvahu diverzitu pouze bylinného patra, ta je vyšší u mladšího porostu, kde je sice menší počet jednotlivců, ale v pestřejší druhové skladbě, protože ještě nedochází ke konkurenčnímu vyloučení. V listnatém lese byla nejvyšší druhová diverzita i vegetační pokryvnost nejvyšší u olšiny, díky rychlejší tvorbě půdního profilu z opadu. Mezi mokřadními biotopy měl nejvyšší pokryvnost vegetací nejstarší mokřad, ale nejvyšší diverzita byla zjištěna u mokřadu s blokovanou sukcesí stromového patra. Pokryvnost lučních zemědělsky rekultivovaných ploch je téměř shodná, vyšší diverzita byla zjištěna u louky na rozhraní boru a mokřadu.

Obecně lze konstatovat vyšší druhovou diverzitu v lokalitách mimo výsypku, s výjimkou nejstaršího mokřadního biotopu na výsypce, a v rámci výsypky na starších stanovištích vzniklých spontánní sukcesí.

Domnívám se, že je vhodné kombinovat plochy s lesnickou rekultivací, využívající původní dřeviny a plochy ponechané spontánní sukcesí. Pro podporu biodiverzity by

mohlo být přínosné blokování či vracení sukcese a provozování sportovních aktivit, jakou jsou např. motokros, trial, paintball aj., za účelem rozrušování povrchu.

9 Přehled literatury a použitých zdrojů

BAASCH A., KIRMER A., TISCHEW S., 2012: Nine years of vegetation development in a postmining site: effects of spontaneous and assisted site recovery. *Journal of Applied Ecology* 49 Issue 1: 251-260.

BAASCH A., TISCHEW S., BRUELHEIDE H., 2010: Twelve years of succession on sandy substrates in a post-mining landscape: a Markov chain analysis. *Ecological Applications* 20 Issue 4: 1136-1147.

BALEJA T., 2013: on-line <http://www.tpocasi.cz/zajimavosti/klimaticke-podminky-cr/>

BEJŠOVEC Z., MILIČ J., 1994: Hydrologie jako limitující faktor těžební činnosti v Sokolovské pánvi - DŮ Zhodnocení vodního režimu v okolí vytypovaných zbytkových jam vlivem těžby po jejím ukončení. Dílčí výzkumná zpráva úkolu R-2, Výzkumný ústav pro hnědé uhlí, a.s., Most, 32 p

BODÁK L., KŘOVÁKOVÁ K., NEDBAL V., PECHAR L., 2012b: Assessment of landscape functionality changes as one aspect of reclamation quality – the case of Velká podkrušnohorská dump, Czech Republic. *Ecological Engineering* 43: 19-25.

BODLÁK L., KŘOVÁKOVÁ K., KOBESOVÁ M., BROM J., ŠŤASTNÝ J., PECHAROVÁ E., 2012a: SOC content – An appropriate tool for evaluating the soil quality in a reclaimed post-mining landscape. *Ecological Engineering* 43: 53-59.

BROUMOVÁ H., NOVOTNÁ K., ŠÍMOVÁ I 2007: Výsypka po těžbě hnědého uhlí – unikátní krajinný novotvar. Mezinárodní konference Reregions 17-20.4. 2007 v Mostě.

CUDLÍN O., 2012: Vztah mezi biodiverzitou a ekosystémovými funkcemi v odlišných typech krajiny. Disertační práce, FŽP ČZU v Praze, Praha.

ČHMÚ, 2013: on-line: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/images/sra12.gif>

DEYL M., HÍSEK K., 2001: Naše květiny. Academia: 690 p.

DVOŘÁKOVÁ, H.; 2008. Sukcese vegetace na kladenských haldách. – Ms. Dipl.práce, Přírodovědecká fakulta JU, České Budějovice,

EKOBYDLENÍ, 2013: on-line: www.ekobydleni.eu/i/Solar-1-Mapa.jpg

FROUZ J., KALČÍK J., VELICHOVÁ V., 2011: Factors causing spatial heterogeneity in soil properties, plant cover, and soil fauna in a non-reclaimed post-mining site. *Ecological Engineering* 37: 1910-1913.

FROUZ J., PIŽL V., CIENCIALA E., KALŠÍK J., 2009: Carbon storage in post-mining forest soil, the role of tree biomass and soil bioturbation. *Biogeochemistry* 94: 111–121.

FROUZ J., POPPERL J., PŘIKRYL I., ŠTRUDL J., 2007: Tvorba nové krajiny na Sokolovsku. 11-25.

HEZINA T., 2001: Vliv rekultivačních prací na koncentraci manganu a železa ve výsypkových vodách a oživení malých vodních nádrží na Velké podkrušnohokorské výsypce, disertační práce, České Budějovice, 135 p.

HODAČOVÁ D., PRACH K., 2003: Spoil Heaps From Brown Coal Mining: Technical Reclamation Versus Spontaneous Revegetation. *Restoration Ecology* 11: 385-391.

CHUMAN T., 2010: Místa bývalé těžby jako objekty ochrany přírody. In: ŘEHOUNEK J., ŘEHOUNKOVÁ K., PRACH K., 2010: Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi; :155-161.

JUWARKAR A. A., YADAV S. K., THAWALE P. R., KUMAR P., SINGH S. K., CHAKRABARTI T., 2009: Developmental strategies for sustainable ecosystem on mine spoil dumps: a case of study. *Environmental Monitoring Assessment* 1-4: 471-81.

KIRMER A., BAASCH A., TISCHEW S., 2012: Sowing of low and high diversity seed mixtures in ecological restoration of surface mined-land. *Applied Vegetation Science* 15: 198-207.

KIRMER A., TISCHEW S., WIM A. O., VON LAMPE M., BAACH A., VAN GROENENDAEL J. M., 2008: Importance of regional species pools and functional traits in colonization processes: predicting re-colonization after large-scale destruction of ecosystems. *Journal of Applied Ecology* 2008: 1523–1530.

KUBÁT K. [ed.], 2002: Klíč ke květeně. Academia: 927 p.

MORENO-DE LAS HERAS M., NICOLAU J.M., ESPIGARES T., 2008: Vegetation succession in reclaimed coal-mining slopes in a Mediterranean-dry environment. *Ecological Engineering* 34: 168-178.

MUDRÁK O., FROUZ J., VELICHOVÁ V., 2010: Understory vegetation in reclaimed and unreclaimed post-mining forest stands. *Ecological Engineering* 36: 783-790.

PECHAROVÁ E., PROCHÁZKA J., WOTAVOVÁ K., SÝKOROVÁ Z., POKORNÝ J., 2004: Restoration of Landscape after Brown Coal Mining, In: *Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production*, Atilim University, Ankara: 299-304.

PRACH K., 2010: Ekologie obnovy ukazuje možnosti obnovy cenných biotopů. In: ŘEHOUNEK J., ŘEHOUNKOVÁ K., PRACH K., 2010: Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi; :7-9.

PRACH K., 2001: Úvod do vegetační ekologie (geobotaniky); Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích: 77 p.

PRACH K. [ed.], 2010: Výsypky. In: ŘEHOUNEK J., ŘEHOUNKOVÁ K., PRACH K., 2010: Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi; 15-35.

PRACH K., ŘEHOUNKOVÁ K., ŘEHOUNEK J., 2010: Obnova míst narušených těžbou a průmyslovými deponiemi v České republice – souhrnné porovnání. In: ŘEHOUNEK J., ŘEHOUNKOVÁ K., PRACH K., 2010: Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi; 163-167

PRACH K., ŘEHOUNKOVÁ K., ŘEHOUNEK J., KONVALINKOVÁ P., 2011: Ecological Restoration of Central European Mining Sites: A Summary of a Multi-site Analysis. *Landscape Research* 36: 263-268.

PRACH K., BARTHA S., JOYCE C. B., PYŠEK P., VAN DIGGELEN R., WIEGLEB G., 2001: The role of spontaneous vegetation succession in ecosystem restoration: A perspective. *Applied Vegetation Science* 4: 111.

PYŠEK P., PRACH K., MÜLLEROVÁ J., JOYCE C., 2001: The role of vegetation succession in ecosystem restoration. *Applied Vegetation Science* 4: 1, (Mezinárodní workshop "Spontánní sukcese v rekultivaci ekosystému", 7. - 10. září 1999 v Českých Budějovicích v České republice).

RIPL W., 1995: Management of water cycle and energy flow for ecosystem control – the energy-transport-reaction (ETR) model. *Ecological Modelling* 78, 61 – 76.

ŘEHOUNEK J., HÁTLE M., 2010: Obnova těžebních prostorů v ČR. In: ŘEHOUNEK J., ŘEHOUNKOVÁ K., PRACH K., 2010: Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi; 11-12.

ŘEHOUNEK J., ŘEHOUNKOVÁ K., PRACH K., 2010: Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi; 169-172.

SCHAUER T., CASPARI C., 2007: Svět rostlin. Rebo Productions CZ: 494 p.

STEJSKAL J., 2009: Rekultivace aneb jak vyhodit miliardy. *Ekolist. Česká inspekce životního prostředí*, Harrachov/Praha, online: http://www.cizp.cz/1662_Rekultivace-aneb-jak-vyhodit-miliardy

STIEBITZ J., 2001: Současný stav zahlazování důsledků hornické činnosti formou sanací a rekultivací včetně některých problémů spojených s touto činností. Český báňský úřad, Praha, online: <http://slon.diamo.cz/hpvt/2001/sekce/legislativa/09/L09.htm>

ŠÁLEK M., RŮŽIČKA J. et MANDÁK B., 2005: Ekologie. FLE ČZU & Lesnická práce, Praha

VRÁBLÍKOVÁ J., 2008: Antropogenní zátěž a její charakteristiky. In: VRÁBLÍKOVÁ J. et al., 2008: Revitalizace antropogenně postižené krajiny v Podkrušnohoří, II.část, Teoretická východiska pro možnost revitalizace území modelové oblasti: 9-16.

WMO, 2013; on-line:

http://www.yr.no/place/Czech_Republic/Karlovy_Vary/Sokolov/statistics.html

10 Přílohy

- I. Fytocenologické snímky
- II. Fotodokumentace