

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra botaniky a fyziologie rostlin



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Rozdíly ve vegetaci na Velké podkrušnohorské výsypce
v závislosti na topografii**

Diplomová práce

Bc. Alžběta Kohelová

Ochrana a využívání přírodních zdrojů

Vedoucí práce: Ing. Pavla Vachová, Ph.D.

© 2021 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Rozdíly ve vegetaci na Velké podkrušnohorské výsypce v závislosti na topografii" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 26.04.2021

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Pavle Vachové, Ph.D., za pomoc s vedením práce a cenné rady ohledně psaní diplomové práce.

Rozdíly ve vegetaci na Velké podkrušnohorské výsypce v závislosti na topografii

Souhrn

Těžba nerostných surovin, v konkrétním případě se jedná o těžbu hnědého uhlí, má velký vliv na okolní krajinu. Tato lidská činnost je velmi rozšířená zvláště na Sokolovsku, kde se těží uhlí povrchoвым způsobem. Jde o činnost, při které se odstraňují nadložní vrstvy nad těženým nerostem a následně se ložisko celé vytěží. Nadložní vrstva (skrývka) se ukládá buďto do vytěžené jámy nebo mimo ni. Vznikají tak vnitřní nebo vnější výsypky, v závislosti na tom, kam je vrchní vrstva odvezena. Tato činnost je pro krajinu velmi destruktivní. Po vytěžení následuje rekultivace a obnova postižených ploch. Obnova místa, které je zasažené těžbou, s sebou může nést jak negativa, tak i pozitiva. Negativa jsou jasná hned na první pohled. Jde například o změnu krajinného rázu, narušení ekosystémů, zhoršení kvality životního prostředí. Pozitiva tkví ve správném použití rekultivace a díky tomu lze postiženou plochu přetvořit a využít. Mimo využití rekultivace se může postižené místo ponechat sukcesí. Sukcese na Sokolovsku směřuje spíše k lesnímu společenstvu. Společenstvo vzniklé sukcesí je podobné tomu původnímu, je lépe adaptováno na nové prostředí a podmínky v něm, na rozdíl od společenstev, která vznikla rukou člověka. Sukcese má také své nevýhody. Jednou z nich je například proces obnovy, který trvá dlouho. Další nevýhodou je, že na některých místech není vhodná, například pokud je substrát na poškozené ploše toxický. Velký problém představuje i šíření třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*), která sukcesy zpomaluje a na sokolovských výsypkách se hojně vyskytuje.

Zkoumána byla jak třtina, tak i druhové složení na výsypkách. Cílem bylo odpovědět na následující otázky: jaký byl rozdíl ve vegetaci v závislosti na topografickém uspořádání plochy a zda existoval rozdíl v druhové bohatosti ploch? Dalším cílem bylo zjistit, jaké faktory určovaly složení rostlinných společenstev a jaké byly rozdíly v morfoloogických vlastnostech třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*) v závislosti na topografii. Pro získání potřebných dat se použily fytoecologické snímky, díky kterým se zjistila pokryvnost a druhové složení, které bylo následně porovnáváno. Dále se z vybraných ploch analyzovaly rostliny třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Nasbíraná data byla vyhodnocena programem STATISTICA 13 a Canoco 5. Bylo zjištěno, že jsou rozdíly ve vegetaci v závislosti na topografii, a také to, že byl rozdíl v druhové bohatosti zkoumaných ploch. Byly zjištěny i faktory, které měly vliv na růst rostliny *C. epigejos*. Byly zjištěny závislosti zkoumaných charakteristik *C. epigejos*.

Klíčová slova: výsypka, třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), Sokolovsko, vegetace, rekultivace, sukcese

The Differences in Vegetation at Velká podkrušnohorská Dump Depending on the Topography

Summary

The extraction of minerals, in this case lignite, has a major impact on the surrounding landscape. This human activity is very widespread, especially in the Sokolov region, where coal is mined through opencast mining. This is an activity in which the overlying layers above the mineral being mined is removed and the entire deposit is subsequently mined. Overlying layer - the overlying layer is deposited either in the excavated pit or outside of it, forming spoil heaps, internal and external, depending on where the overburden is taken. This activity is very destructive to the landscape. After extraction, the affected areas are reclaimed and restored. Restoring a site that is affected by mining may be accompanied by both negatives and positives. The negatives are clear at first glance. For example, it changes the landscape, disrupts ecosystems, and degrades the quality of the environment. The positives lie in the correct use of reclamation, so that the affected area can be reshaped and used. Outside of reclamation use, the affected site may be left to succession. The succession in the Sokolov region is more directed toward the forest community. A community created by succession is similar to the original one, better adapted to the new environment and its conditions in comparison to communities created by human hands. Succession also has its disadvantages, namely that it takes a long time and is not suitable in some places, for example when the substrate in the damaged area is toxic. Another major problem is the spread of bush grass (*Calamagrostis epigejos*), which slows down succession and is abundant on the Sokolov spoil heaps.

Both the cane and the species composition on the spoil heaps were investigated. The aim was to answer the following questions: what was the difference in vegetation depending on the topographic layout of the plot and was there a difference in the species richness of the plots? Another objective was to determine what factors determined the composition of the plant communities and what were the differences in the morphological characteristics of bushgrass (*Calamagrostis epigejos*) depending on topography? To obtain the necessary data, phytocenological images were used to determine the cover and species composition, which was then compared. In addition, plants of bushgrass (*Calamagrostis epigejos*) were analysed from selected plots. The collected data were analyzed with STATISTICA 13 and Canoco 5 software. It was found that there were differences in vegetation depending on topography and also a difference in the species richness of the examined plots. Factors that affected the growth of *C. epigejos* were also identified. Differences and various dependencies regarding the morphology of *C. epigejos* were also found.

Keywords: spoil heap, bushgrass (*Calamagrostis epigejos*), Sokolov region, vegetation, reclamation, succession

Obsah

| | |
|--|----|
| 1 Úvod..... | 8 |
| 2 Vědecké hypotézy a cíle práce..... | 9 |
| 3 Literární rešerše..... | 10 |
| 3.1 Vznik uhlí a jeho rozdělení | 10 |
| 3.1.1 Druhy uhlí..... | 10 |
| 3.1.2 Zásoby uhlí | 11 |
| 3.2 Těžba uhlí ve světě..... | 12 |
| 3.3 Těžba uhlí v České republice | 13 |
| 3.4 Limity a legislativa..... | 14 |
| 3.4.1 Územní limity | 15 |
| 3.5 Těžba na Sokolovsku | 15 |
| 3.5.1 Přírodní poměry Sokolovska | 16 |
| 3.6 Velká podkrušnohorská výsypka | 17 |
| 3.6.1 Výsypky..... | 18 |
| 3.6.1.1 Sokolovské výsypky..... | 18 |
| 3.6.1.2 Mostecké výsypky..... | 20 |
| 3.7 Druhy rekultivace a jejich etapy | 21 |
| 3.7.1 Technická rekultivace | 22 |
| 3.7.2 Biologická rekultivace | 22 |
| 3.7.3 Ostatní rekultivace | 24 |
| 3.8 Sukcese..... | 26 |
| 3.8.1 Výhody sukcese | 26 |
| 3.9 Průběh rekultivace a sukcese na Velké Podkrušnohorské výsypce | 27 |
| 3.10 Třtina křovištní (<i>Calamagrostis epigejos</i>)..... | 28 |
| 3.10.1 Charakteristika druhu..... | 29 |
| 4 Metodika | 30 |
| 4.1 Sběr dat | 30 |
| 4.2 Analýza dat | 33 |
| 5 Výsledky | 34 |
| 5.1 Morfologické adaptace <i>Calamagrostis epigejos</i> na topografii výsypek..... | 34 |
| 5.2 Společenstva dle topografické polohy | 41 |

| | | |
|-----|-----------------------|----|
| 5.3 | Shrnutí výsledků..... | 42 |
| 6 | Diskuze..... | 44 |
| 7 | Závěr | 49 |
| 8 | Literatura..... | 50 |

1 Úvod

Těžba nerostných surovin, zvláště uhlí, má na našem území dlouhou tradici. Velmi ovlivňuje okolní krajinu. Tato lidská činnost způsobuje velké změny nejen v krajinném rázu, ale i v následném využití krajiny. Těžební činnost ovlivňuje celé ekosystémy, živočichy i rostlinná společenstva, má také dopad na život obyvatel.

Sokolovsko a Mostecko se řadí mezi nevýznamnější lokality, kde se těží hnědé uhlí. Těžba surovin je důležitá z hlediska získávání energie a je podstatná pro několik odvětví průmyslu. Zlepšuje ekonomiku měst, ve kterých těžba probíhá. Avšak negativní dopady této činnosti jsou veliké.

Účinky těžby na okolí je možné zmírnit. Postiženou oblast, vytěženou jámu nebo výsypku je možné buďto rekultivovat nebo ponechat spontánní sukcesi. Druhů rekultivací je celá řada, ale ne každý druh rekultivace je vhodný. Rekultivace umožňuje místo po těžbě využít i jiným, pro člověka možná i zajímavějším způsobem než sukcesí. Může se vytvořit místo vhodné k rekreaci, ke sportovnímu vyžití, mohou vzniknout lesoparky a parky nebo za použití rekultivace hydrické i vodní plochy (Gremlica 2013).

To samé platí u procesu spontánní sukcese. Může se stát, že plocha, na které se těžilo, je znehodnocená a nemá vhodné podmínky pro průběh sukcese. Nevýhodou sukcese je, že trvá dlouho, než se na postižené ploše objeví stabilní ekosystém, který je podobný tomu původnímu (Prach & Hobbs 2008).

Proces dobývání hnědého uhlí na Sokolovsku se provádí povrchovou těžbou, při níž se odstraňují svrchní vrstvy nad těženým ložiskem. Těžbu na Sokolovsku má ve své režii společnost Sokolovská uhelná a.s. S tímto způsobem těžby souvisí i vznik výsypek. Některé výsypky jsou sypány do vln, což vytváří různorodé prostředí, ovšem některé se urovnávají. Rovnění se ukazuje jako nevhodné z důvodu utužení půdy, změně vlastností a snížení různorodosti společenstev, která se pak objevují na těchto plochách. Je tím podpořen růst travin. Tou nejzásadnější travinou, kterou zde můžeme najít, je třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Tento druh je velmi konkurenčně silný, brání růstu původních druhů (Somodi et al. 2008), dokáže se velmi rychle na plochách rozrůst. Vytváří porosty, které jsou velmi husté a kompaktní a tím dokáže velmi zpomalit spontánní sukcesi (Wiegand & Felinks 2001).

2 Vědecké hypotézy a cíle práce

Cílem diplomové práce bylo na základě získaných dat odpovědět na následující otázky:

- Jaký byl rozdíl ve vegetaci v závislosti na topografickém uspořádání plochy?
- Existoval rozdíl v druhové bohatosti těchto ploch?
- Které faktory určovaly složení rostlinných společenstev na studovaných plochách?
- Jaké byly rozdíly v morfologických vlastnostech *Calamagrostis epigejos* v závislosti na topografii?

Na základě těchto cílů byly stanoveny následující hypotézy:

- Vegetace se neliší v závislosti na topografickém uspořádání plochy
- Není rozdíl v druhové bohatosti sledovaných ploch
- Morfologické znaky *Calamagrostis epigejos* se v závislosti na topografii nemění.

3 Literární rešerše

3.1 Vznik uhlí a jeho rozdělení

Ve vodních ekosystémech, jako jsou například rašeliniště, docházelo k nahromadění či přeměně rostlinné biomasy. Především díky malému obsahu kyslíku zabránily tyto ekosystémy celkovému rozkladu materiálu oxidací a tím umožnily proces vzniku uhlí (Bouška 1977).

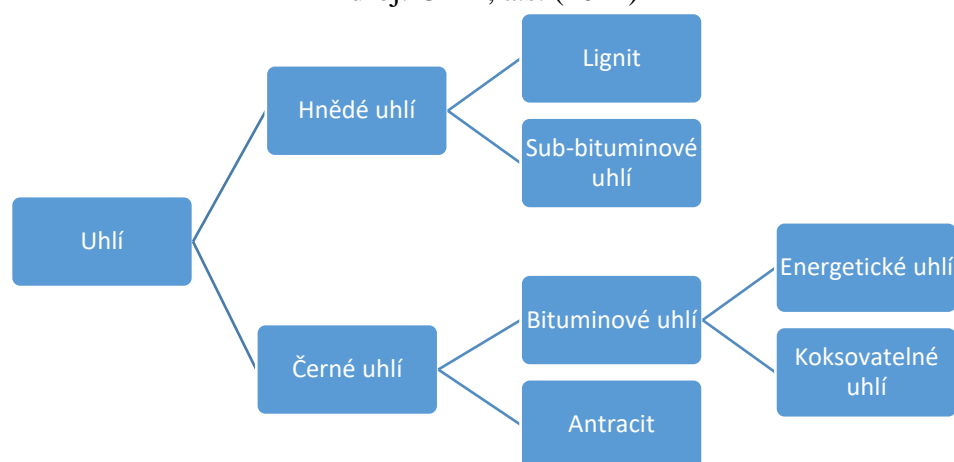
3.1.1 Druhy uhlí

Uhlí má různé typy rozdělení, například podle vzhledu, podle stupně prouhelnění, popřípadě podle prostředí, ve kterém vzniklo. Dle prouhelnění se uhlí dělí následovně: rašelina, hnědé uhlí, černé uhlí, antracit (Dopita et al. 1985). Černé uhlí se dále dělí na koksovateľné uhlí a energetické uhlí. Hnědé uhlí se dělí na lignit sub-bituminové uhlí (International Energy Charter 2017). Z hlediska stáří se určité typy často obtížně rozlišují. Geologicky ale platí, že je hnědé uhlí mladší než uhlí černé (Bouška 1977). Starší uhlí je typické tím, že má vyšší obsah uhlíku a vyšší výhřevnost. Tento fakt znázorňuje tabulka č. 1. a obrázek č. 1

Tabulka 1: Rozdělení uhlí, obsah uhlíku a výhřevnost

| Typ | Podíl uhlíku | Výhřevnost |
|------------|---------------|----------------|
| Lignit | 30–50 % | okolo 13 MJ/kg |
| Hnědé uhlí | 50–80 % | 15–20 MJ/kg |
| Černé uhlí | 80–90 % | 18–30 MJ/kg |
| Antracit | Více než 90 % | 26–30 MJ/k |

Zdroj: OKD, a.s. (2012)



Obrázek 1: Schéma rozdělení uhlí

Zdroj: International Energy Charter (2017)

Hnědé uhlí

Jedná se o horninu hnědé až černé barvy, vyšší tvrdosti, s obsahem uhlíku 60–75 %. V závislosti na stupni prouhelnění se dělí na hnědouhelné hemitypy, ortotypy a metatypy. Hnědouhelný hemityp je znám jako lignit (Dopita et al. 1985).

Hnědé uhlí se dobývá nejčastěji povrchovou těžbou. Odstraní se nadloží, které je nad celou plochou, kde je plánovaná těžba. Povrchová těžba probíhá ve dvou fázích. Fáze první je tedy odstranění nadložní vrstvy a odtěžení nerostu. Nadložní vrstva se odstraňuje rypadly a je převezena na výsypku (Štýs 1981).

Černé uhlí

Černé uhlí je hornina, která je křehká s obsahem uhlíku 74–91 %. Typy černého uhlí jsou hemifázní, ortofázní a metařázní. Stáří je karbonské nebo permské (Dopita et al. 1985).

Černé uhlí, které se nachází hluboko v uhelných slojích, se dobývá hlubinnou těžbou. Nejstarší způsob je komorování, kdy se uhlí dobývá v komorách, jejichž pořadí je předem stanovené. Další způsob je stěnování, jež je v mnoha ohledech výhodnější než komorování (Štýs 1981). Hlubinná těžba na Sokolovsku převládala zhruba do poloviny 20. století. V roce 1945 by se na Sokolovsku našlo 35 hlubinných dolů a 28 povrchových (Štýs & Helešicová 1992).

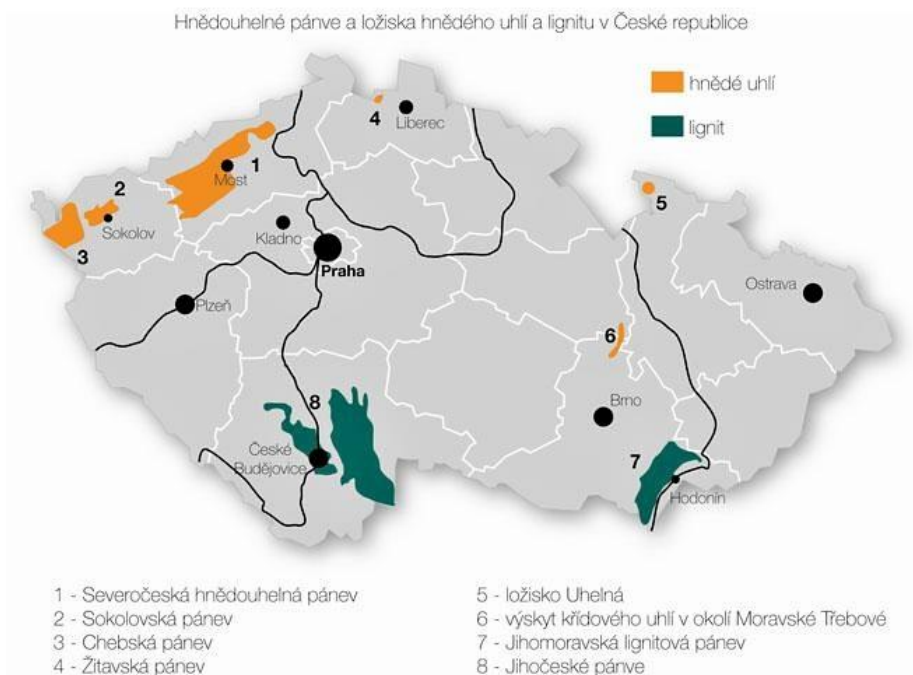
3.1.2 Zásoby uhlí

V nedávné době byla tato surovina zavrhována, pro naši budoucnost je ale energetický význam uhlí zásadní. Zásoba uhlí se odhaduje zhruba na 200–300 let. Pro porovnání se může uvést například ropa, její zásoba je odhadována na zhruba 50 let (OKD, a.s. 2012).

Uhlí je nejvíce zastoupeným fosilním palivem na Zemi. Celosvětově je jeho zastoupení nerovnoměrné. Zásoba uhlí na světě činí přes 900 miliard tun.

Černého uhlí je 478 771 milionů tun, to představuje asi 53 %. Hnědé uhlí je 430 293 milionů tun, to činí 47 %. V České republice jsou zásoby černého uhlí k roku 2018 odhadovány na 29 milionů tun. Oproti roku 2010 byl v roce 2018 zjištěn úbytek zásob vlivem těžební činnosti o 63 %. Zásoba hnědé uhlí se odhaduje na 634,2 milionů tun. Ke snížení zásob dochází pomaleji než u černého uhlí a od zmíněného roku 2010 klesla o 11 % a v roce 2018 byla 39,2 mil. tun. Ložiska černého uhlí se nachází především na Ostravsku a Karvinsku. V pánvích pod Krušnými horami jsou ložiska hnědé uhlí. Hlubinným způsobem se těží černé uhlí a hnědé uhlí se dobývá v povrchových lomech. Rozložení ložisek uhlí v České republice je znázorněné na obrázku č. 2.

V současné době jsou známé technologie, které dokáží přeměnit uhlí na plynná nebo tekutá paliva, jež dokáží být šetrná k životnímu prostředí a jsou podobná palivům z ropy (OKD, a.s. 2012).



Obrázek 2: Mapa nalezišť uhlí v České republice

Zdroj: <http://www.naseuhli.cz>

3.2 Těžba uhlí ve světě

Těžba uhlí ve světě rostla v letech 2000–2012, vrcholu dosáhla v roce 2014. První pozici v oblasti objemu těžby zaujímá Čína. Po ní následují Spojené státy americké, Jižní Afrika, Rusko, Chile, Austrálie, Kanada a Turecko (Rojík 2015). Celosvětovou produkci uhlí vede rovněž Čína, kde roční produkce například za rok 2014 přesáhla 3700 milionů tun. Na druhém místě jsou opět Spojené státy americké, následovány Indií, Austrálií a Indonésií, která vytěží za rok zhruba jednu osminu objemu Číny. Sedmnáct států Evropské unie disponuje zásobami hnědého uhlí, z nichž devět uhlí přímo těží. Největším producentem uhlí je Německo, které vytěží 169 milionů tun, na druhém místě je Polsko, na třetím Česká republika. Další v pořadí jsou Rumunsko, Bulharsko, Maďarsko, Slovinsko a Slovensko (2,4 milionů tun). Tyto údaje jsou z roku 2011. Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR uvádí, že se za rok 2015 vytěžilo 38 milionů tun hnědého uhlí. Pro zajímavost, tyto hodnoty mají sestupnou tendenci, která je pozorována již od roku 2011, kdy bylo vytěženo zhruba 47 milionů tun (Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky 2015).

3.3 Těžba uhlí v České republice

V České republice je těžba uhlí nejrozšířenější činností, kvůli níž dochází k narušení okolní krajiny. Plochy zasažené těžbou představují asi 0,9 % z celkového území České republiky (Frouz et al. 2007). Těžba uhlí výrazně ovlivňuje životní prostředí, a to jak v průběhu těžby, tak i po jejím skončení. Opouštění od hlubinné těžby a přechod k povrchové těžbě hnědého uhlí má několik negativních vlivů na životní prostředí (Pavlíček 2006).

Negativa těžby uhlí dle Pavlíčka:

- Záběr půdy.
- Změna reliéfu krajiny.
- Pokrývání přírodního povrchu hlušinou, popílkem.
- Změněné vlastnosti půdy, například vyšší kyselost.
- Změny hydrologického režimu.
- Riziko úniku metanu.

Získávání hnědého uhlí povrchovou těžbou má i několik přínosů. Je dokázáno, že je ekonomicky výhodnější povrchová těžba uhlí než hlubinná. Při povrchové těžbě je využíváno až 90 % zásob uhlí. Dále v dané lokalitě vzroste počet pracovních příležitostí nebo dojde ke zlepšení a budování infrastruktury (Neužil 1997).

Území poškozené těžbou se může stát významným krajinným prvkem tím, že se zvolí vhodný typ rekultivace. Může se využít ke koupání, rekreaci, sportování i odpočinku, ale třeba i k chovu ryb (Pavlíček 2006).

Hnědé uhlí se nejvíce těží v Sokolovské a Severočeské hnědouhelné pánvi. Největší je Severočeská pánev, která se skládá z několika částí – část chomutovská, mostecká a teplická. Těžební činnost provádí Vršanská uhelná a.s. a Severočeské doly a.s., v těchto pánvích se uhlí získává hlubinnou těžbou. Druhou významnou pánví je tedy pánev sokolovská. Tam těžbu obstarává Sokolovská uhelná a.s., a to výhradně povrchovým způsobem. Černé uhlí se nachází v hornoslezské pánvi. Tato oblast je známá jako Ostravsko-karvinský revír. Jediná společnost, která těží černé uhlí, je společnost Ostravsko-karvinské doly a.s. (MPO 2020).

Sokolovsko

Krajina této oblasti je zasažena a ovlivněna povrchovou těžbou. Je spojena i se sociálními a ekonomickými problémy. Sokolovsko a Mostecko jsou si v tomto velmi podobné. Je zde navíc nutnost ochrany míst, které leží v blízkosti, jako jsou Krušné hory nebo Slavkovský les a lázeňská centra, především Karlovy Vary (Politika územního rozvoje ČR 2006).

Společnost zajišťující produkci hnědého uhlí na Sokolovsku:

- Sokolovská uhelná, a.s. – Sokolov.

Sokolovská uhelná je jedním z největších nezávislých výrobců elektrické energie v České republice a zároveň nejmenší hnědouhelnou těžební společností. Společnost vlastní lomy Družba a Jiří. Vlastní a provozuje také zpracovatelský závod Vřesová, ve kterém se nachází plynárna na výrobu energetického plynu (Budín 2015).

Mostecko

Oblast je silně postižená povrchovou těžbou hnědého uhlí. Jsou zde také velké sociální i ekonomické problémy, plynoucí i z útlumu těžby a nevyužitým surovinovým potenciálem oblasti. To s sebou nese potřebu zlepšení ekonomiky, organizace v této oblasti a odstranění sociálních problémů. Je zde potřeba rozsáhlých a nákladných rekultivací postižených oblastí (Politika územního rozvoje ČR 2006).

Společnosti, které zajišťují produkci hnědého uhlí na Mostecku:

- Vršanská uhelná, a.s

Produkuje prachové uhlí a je součástí skupiny Czech Coal. Dodává hlavně do elektrárny ČEZ v Počeradech (Budín 2015).

- Severočeské doly, a.s. – Chomutov

Společnost spravuje dva doly – Bílina a Nástup. Od roku 2005 je součástí ČEZ. Těžba dolu Nástup byla snížena kvůli obnově 2 elektráren, a to Tušimice a Prunéřov 2. Bílina má širší skupinu spotřebitelů, protože produkuje jak uhlí energetické, tak i uhlí tříděné (Budín 2015).

Karvinsko

V této oblasti těží černé uhlí společnost Ostravsko-karvinské doly a.s. Problém v této oblasti tvoří následky hlubinné těžby, jako jsou poklesy území, uvolnění metanu, dále sociální i ekonomické problémy (Politika územního rozvoje ČR 2006).

Beskydy

Důl nedaleko Frenštátu pod Radhoštěm spravuje také společnost Ostravsko-karvinské doly a.s. V této oblasti se v historii dělaly průzkumné vrty, které prokázaly, že se jedná o velmi významné ložisko uhlí. V roce 1982 začala těžební činnost, ale v roce 1991 bylo rozhodnuto, že důl Frenštát má přejít na konzervační režim. V roce 2020 se těžební společnost rozhodla, že důl nechá zlikvidovat.

Jsou zde velké rozpory mezi potřebou ochrany přírody a potřebou rozvíjet strukturálně postižené regiony, případně možnost rozšíření těžby černého uhlí do Beskyd (Politika územního rozvoje ČR 2006).

3.4 Limity a legislativa

Těžební činnosti a nakládání s těžebním materiálem i následné rekultivace se dotýkají určitě zákony a vyhlášky. Zde je přehled několika zákonů a vyhlášek, týkajících se této problematiky.

- Zákon č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství.
- Zákon č. 157/2009 Sb., o nakládání s těžebním odpadem a o změně některých zákonů.
- Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu.

- Zákon ČNR č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška ČBÚ č. 104/1988 Sb., o racionálním využívání výhradních ložisek, o povolování a ohlašování hornické činnosti a ohlašování činnosti prováděné hornickým způsobem, ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška č. 271/2019 Sb., o stanovení postupů k zajištění ochrany zemědělského půdního fondu.
- Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území.
- Vyhláška č. 435/1992 Sb., o důlně měřické dokumentaci při hornické činnosti a některých činnostech prováděných hornickým způsobem.
- Vyhláška č. 149/1970 Sb., o poskytování náborových příspěvků a jiných výhod doosídlencům v sokolovské oblasti.

3.4.1 Územní limity

Územní limity těžby hnědého uhlí jsou závazným usnesením vlády Petra Pitharta č. 444 ze dne 30. října 1991, jež bylo přijato na návrh tehdejšího ministra životního prostředí Ivana Dejmala.

Územními limity jsou definované hranice v severočeských dolech, těžba je nesmí překročit. Hlavním důvodem vytvoření limitů je ochrana krajiny a životního prostředí. Slouží i jako záruka obcím, týkající se jejich budoucí existence a zachování současného stavu jejich prostředí (Usnesení vlády ČR 2008).

Tabulka 2: Přehled množství vytěženého hnědého uhlí v určitých rocích

| Rok | Hnědé uhlí (v milionech tun) |
|------|------------------------------|
| 2015 | 38,251 |
| 2016 | 38,646 |
| 2017 | 39,310 |
| 2018 | 39,187 |
| 2019 | 37,465 |

Zdroj: ČTK (2020)

3.5 Těžba na Sokolovsku

První zprávy o těžbě se dochovaly v „Horní knize panství Sokolovského“ a popisují období 1573–1789. Zápisy se týkají těžby železné rudy. Na přelomu 18. a 19. století byla započata těžba uhlí (Jiskra 1993). Rozvoj těžby nastal až po výstavbě železnice v roce 1871, to zobrazuje obrázek č. 3. Rozvoj těžební činnosti odstartovaly Starckovy závody, které hrály významnou roli v oblasti těžby uhlí i průmyslu.



Obrázek 3: Pohled na průmyslový komplex v Hromnici, rok 1872

Autor: Ing. Jaroslav Jiskra, Ph.D. Foto: Archiv autora

Ve 20. století došlo k utlumení povrchové těžby, která byla dříve velmi rozšířená. K prvním dolům, na kterých se přestalo těžit, patří důl Michal. Ukončen byl v roce 1995, těžilo se 15 let. Dnes lom Michal slouží k rekreaci. Dalším uzavřeným lomem je lom Medard – Libík, tam byla použita hydrická rekultivace. V současnosti se těžba soustřeďuje na dva velké lomy. Je to lom Jiří a Družba. V lomu Družba se vytěží až 2,5 milionu tun uhlí za rok a jeho životnost je odhadována až do roku 2047. Z lomu Jiří se vytěží až 8 milionu tun uhlí a jeho životnost se odhaduje do roku 2027 (Fejčíková 2009).

Tabulka 3: Těžba hnědého uhlí a množství skrývky na Sokolovsku.

| Rok | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Těžba uhlí (v tis. tun) | 10082,9 | 10081,1 | 10307,1 | 10329,2 | 9292,3 | 9732,1 | 8566,1 |
| Skrývka (v tis. m ³) | 26478,2 | 32191 | 32684 | 29230,6 | 29572,4 | 29433,7 | 24603,9 |

Zdroj: Zprávy o hospodaření z let 2005 a 2009 – Sokolovská uhelná.

3.5.1 Přírodní poměry Sokolovska

Klimatické poměry v této oblasti se vyznačují průměrným ročním úhrnem srážek mezi 600 a 700 mm a průměrnými ročními teplotami vzduchu v rozmezí 6,8 °C. Je zde typický zvýšený počet dní s vyšší oblačností a je zde i více mlh (Štýs 1981).

Z pedologického hlediska převládají hnědé oglejené půdy nebo kyselé hnědozemě s tendencemi k oglejovacímu procesu z důvodu vyššího množství srážek, jež vedou ke zvýšenému vyplachování živin z půdního profilu (Štýs et al. 2014). Ojedinele byl zjištěn i výskyt sprašových půd. (Dimitrovský 2001). Horniny uhelných slojí, ze kterých jsou vytvořeny výsypky, obsahují miocenní sedimenty (Chlupáč et al. 2002). V materiálu z výsypek se velmi často nacházejí i cenné fosilie a tento fakt jim dává určitou přírodní hodnotu (Mergl & Vohradský 2000).

Území je odvodňováno řekou Ohří (Štýs et al. 2014). Původní přírodní poměry byly změněny těžební činností. Přírodní charakter sedimentární výplně předpovídá pomalé proudění podzemních vod. Až po objevení termálních vod v hlubinných dolech a vznikem umělých zón jejich drenáže, resp. jejich následným čerpáním za účelem zajištění bezpečné těžby došlo ke značnému zrychlení proudění podzemních vod, přičemž tento stav trvá dodnes (Pešek et al. 2010). Odvodňování dobývacích prostor, přemísťování vodotečí a výstavba, resp. likvidace retenčních nádrží je častou a nezbytnou praxí (Štýs et al. 2014). Kvůli vysokému stupni narušení přírodních poměrů těžbou jsou podzemní vody ve většině tohoto území nevyužitelné, výjimku tvoří velmi známé vývěry minerálních vod u Karlových Varů (Pešek et al. 2010).

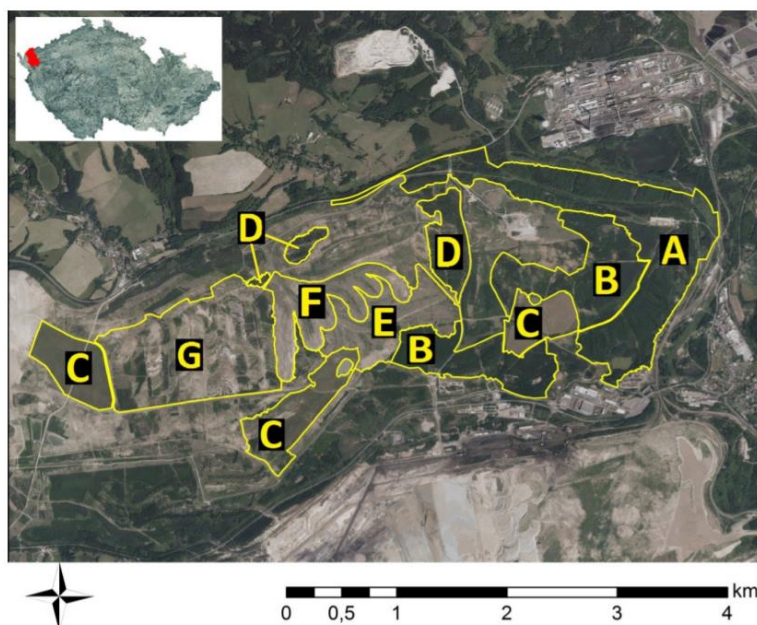
Flóru této oblasti lze označit za velmi monotónní s převahou rostlin oblasti opadavého listnatého lesa mírného pásma. Pokud jde o lesní porosty, jedná se většinou o dubové lesy. Doubravy jsou nejčastěji acidofilní, březové a habrové. Kvůli tomu, že se jedná o antropogenní krajinu, která podléhá velkým a zásadním změnám z důvodu těžby nerostných surovin či na ni vázaných aktivit, je taktéž důležité zmínit potenciál přirozené vegetace této oblasti (Dimitrovský 2001).

3.6 Velká podkrušnohorská výsypka

Zájmové území této práce se nachází severně od Sokolova mezi obcemi Vintířov, Vřesová, Dolní Nivy, Lomnice, Horní Rozmyšl, Stará Chodovská. Vznik této výsypky je datován 60. lety 20. století (Frouz et al. 2015), kdy se spojilo několik menších ploch, viz obrázek č. 4. Tím vznikla oblast, kam byla ukládána skryvka z lomu Jiří. Výsypka má na délku 8,5 km a na šířku 2–2,5 km. Zaujímá prostor o velikosti 1957,06 ha. Nejvyšší část výsypky leží v nadmořské výšce 600 m n. m. Úplně nejnižší část výsypky je v nadmořské výšce 455 m n. m. Celkem se sem navezlo přes 92 milionů m³ jílu a hornin z dolů nebo lomů, které se nachází pod výsypkou, ale i z těch, které byly těženy v jejím okolí.

V roce 2003 bylo ukládání na tuto výsypku ukončeno. Největší část navezeného materiálu pochází z velkolomu Jiří, dále zde byly ukládány také svrchní vrstvy z lomů Družba a Lipnice. Povrch výsypky tvoří alkalické terciální a uhelné jíly. Výsypka je sypána pásovými zakladači, díky tomu má zpočátku vlnitou strukturu (Frouz, Nováková 2005; Frouz 2008). Kvůli následné rekultivaci se některé plochy rovnají (Frouz & Nováková, 2005). Na neurovnaných plochách se daří více sukcesním procesům, jež zvyšují heterogenitu ploch (Frouz 2008). Sukcese vede k porostům, které jsou stabilní, pestré a plní různé ekologické funkce. Rekultivací vznikají na výsypce spíše nepůvodní porosty dřevin, často s expanzivními druhy trav, které brzdí další vývoj (Prach 2006).

Na výsypce bylo upraveno 558 ha lesní rekultivací, dalších 22 ha rekultivací zemědělskou a 5 ha hydričnou. Zhruba 7 ha plochy bylo upraveno ostatními způsoby rekultivace. Toto je stav k roku 2011 (Frouz et al. 2007).



Obrázek 4: Velká podkrušnohorská výsypka (Frouz 2017)

3.6.1 Výsypky

Výsypka je produkt těžby uhlí. Je to zdroj narušení krajiny, zabírající velkou plochu, jsou výrazné v okolí, protože převyšují terén o několik set metrů (Štýs 1981). Pro porovnání jsou zde uvedeny výsypky na Sokolovsku a na Mostecku.

3.6.1.1 Sokolovské výsypky

V oblasti Sokolovska najdeme až 90 km² výsypek, je to velké území, které je složené z dalších menších výsypek. Toto území se nazývá Velká podkrušnohorská výsypka. Ukončené nebo rozpracované rekultivační práce tvoří něco málo před 50 km². Většina ploch se ale ponechala spontánní sukcesi, kromě ploch s kyselými půdami, které mají svou ekologickou funkci, jež bude popsána u mosteckých výsypek (Frouz et al. 2008).

Sokolovsko je obecně chladnější a vlhčí oblast a sukcese zde probíhá jiným způsobem než na Mostecku (Frouz et al. 2008). Velmi zřídka se na začátku používají jednoleté druhy. Většinou se zpočátku šíří druhy vytrvalé, což je například nežádoucí třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*) nebo podběl lékařský (*Tussilago farfara*). Současně se daří i dřevinám, častokrát je to bříza bělokora (*Betula pendula*) nebo osika (*Populus tremula*). Toto se ukazuje hlavně na sypaných výsypkách. Dnes se vytvářejí výsypky s rovnějším povrchem, to podporuje lepší expanzi nechtěné třtiny křovištní. Třtina tvoří porosty, které jsou kompaktní a rozsáhlé, tím zabraňuje a zpomaluje sukcesi na takto upravených plochách

Pokud k tomuto procesu nedojde, zhruba kolem 25. roku po nasypání dojde k velké přeměně společenstva plochy, a to tak, že ruderální druhy začnou ubývat a ustupovat a začnou se rozšiřovat druhy luční a lesní. Tyto náročnější druhy mění i poměry a vlastnosti půdy. Dále i aktivita žížal a jiných půdních organismů přispívá k vytvoření hlubších a lépe strukturovaných horizontů. Činnost těchto organismů je podmíněna přísunem odpadu, který se dobře rozkládá, a přítomností opadu listů jív, jež poskytují více živin (Prach 1987).

V podrostu můžeme najít pionýrské dřeviny. Co se týká listnatých stromů, ty trpí okusem zvěře, hlavně srnek. Zvěř chodí na výsypky z důvodu většího klidu. Problematiku okusu by bylo dobré vyřešit jejím vhodným oplocením. Na plochách, kde byla použita lesnická rekultivace, je nižší biodiverzita než na spontánně zarostlých oblastech (Frouz et al. 2011).

Na nejstarších plochách výsypky existují již porosty, které vznikly sukcesí. V těchto porostech rostou hlavně břízy a celkem rozmanitá škála bylinných druhů.

Na výsypkách se často vytvářejí cenná prameniště a mokřady. Většinou je můžeme najít na úpatí výsypek. Pokud mají dobré chemické vlastnosti, mohou tyto vody hostit vzácné živočichy, a to hlavně obojživelníky. Dále se na výsypkách nachází i velké množství vyšších hub. Našlo se jich více jak 450 druhů.

Velké plus je, že Sokolovská uhelná společnost má lepší přístup k rekultivacím šetnějším k přírodě i k podporování spontánní sukcese než firmy, které těží na Mostecku. (Prach 2010).

Chráněné a ohrožené druhy na Sokolovsku

Na sokolovských výsypkách se vyskytuje spousta vzácných druhů i druhy, které nejsou na území naší republiky známé, jde hlavně o bezobratlé.

- **Rostliny:** kruštík bahenní (*Epipactis palustris*) C2, prstnatec májový (*Dactylorhiza majalis*) C3 a p. Fuchsův (*D. fuchsii*) C4a, hruštička menší (*Pyrola minor*), hruštice jednostranná (*Orthilia secunda*).
- **Houby:** Z červeného seznamu je to 24 druhů a 2 druhy nové pro naši republiku; špička trojbarvá (*Marasmiellus tricolor*), čirůvka kroužkatá (*Tricholoma cingulatum*) a čirůvka modřínová (*Tricholoma psammopus*).
- **Bezobratlí:** koutule (*Psychodidae*), chrostíci (*Trichoptera*), 2 druhy pakomárů (*Chironomus crassimanus*, *Chironomus aprilinus*), mouchy z rodu *Ephydra*; vzácným bezobratlým je např. buchanka *Tropocyclops prasinus* a vírník *Hexarthra fennica* VU; střevlík lesklý (*Carabus nitens*) VU.
- **Ptáci:** chřástal vodní (*Rallus aquaticus*) VU, kulík říční (*Charadrius dubius*) VU skřivan lesní (*Lullula arborea*) EN, linduška luční (*Anthus pratensis*) LC, bělořit šedý (*Oenanthe oenanthe*) EN, slavík modráček středoevropský (*Luscinia svecica cyanecula*) EN, moudivláček lužní (*Remiz pendulinus*) NT.
- **Obojživelníci:** čolek velký (*Triturus cristatus*) EN, čolek obecný (*Lissotriton vulgaris*) NT a čolek horský (*Mesotriton alpestris*) NT, blatnice skvrnitá (*Pelobates fuscus*) NT, ropucha obecná (*Bufo bufo*) NT, r. krátkonohá (*Epidalea calamita*) EN, r. zelená (*Pseudepidalea viridis*) NT, rosnička zelená (*Hyla arborea*) NT, skokan hnědý (*Rana temporaria*) NT, s. krátkonohý (*Pelophylax lessonae*) VU, s. zelený (*P. esculentus*) NT (Prach 2010).

3.6.1.2 Mostecké výsypky

Mostecké výsypky představují jev zcela vytvořený člověkem. Vznikají či spíše vznikaly vysypáním sedimentů nacházejících se nad uhelnou slojí. Výsypky začaly vznikat v 50. letech minulého století a vznikají vlastně dodnes. Na Mostecku se nachází na ploše větší než 150 km², což přesahuje plochu jediného národního parku Ústeckého kraje, kterým je České Švýcarsko (Hodačová & Prach 2002).

Výsypek na Mostecké pánvi je jak výsypek, který je založený mimo těžební prostor, tak výsypek, které je zakládán uvnitř těžebního prostoru dolů. Zhruba 100 km² tvoří plochy, které jsou poškozené těžbou.

Radovesická výsypka je největší vnější výsypkou na Mostecku, která od konce 70. let až donedávna zasypávala jedno údolí blízko Českého středohoří i několik vesnic v okolí. Na Mostecku je zánik měst a vesnic známý jev. V důsledku těžby zaniklo více jak 60 sídel. Výsypkám na Mostecku se přezdívá „měsíční krajiny“. Jako měsíční krajina vypadají těsně po nasypání. Okamžitě následuje proces primární sukcese (Hodačová & Prach 2002).

Na výsypky se dostanou semena rostlin pomocí větru, živočichy i člověka už při procesu jejího zakládání. Ze začátku převládají jednoleté a dvouleté rostliny, které převládají na ploše zhruba 5 let a jejichž pokryvnost je celkem nízká, okolo 30 %. Najdeme zde i několik vysloveně vzácných druhů, jako je lebeda růžová (*Atriplex rosea*) (Prach 2010). Tato doba je vhodná pro růst lindušky úhorní (*Anthus campestris*), můžeme zde najít bělořita šedého (*Oenanthe oenanthe*) i strnada zahradního (*Emberiza hortulana*) (Bejček & Tyrner 1977).

Okolo 5.–15. roku se zde začnou ukazovat trvalé a širokolisté byliny jako vratič obecný – (*Tanacetum vulgare*), pelyněk černobýl (*Artemisia vulgaris*) aj. Dále jsou zde i trávy, především pýr plazivý (*Elytrigia repens*), opět nežádoucí třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*) nebo ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*). Na Mosteckých výsypkách se takto vytvoří další sukcesní stadia, kdy přibývají luční druhy a ubývají ruderalní (Hodačová & Prach 2002).

Mostecko je na rozdíl od Sokolovska suchou a teplou oblastí, dřevin je zde podstatně méně, pokrývají okolo 30 % ploch. Ovšem na trochu vlhčích místech a v okolí starších porostů může být tato pokryvnost větší (Prach 2009).

Po 20. roce probíhající sukcese je již vytvořena lesostep jak antropogenní, tak i polopřírodní, která by měla přetrvat na ploše velmi dlouho (Prach 2009).

S místy bez vegetace se můžeme setkat výjimečně, a to hlavně na místech, kde byly založeny písky, které jsou kyselé a jejichž hodnota pH je až 3,5. Tyto plochy, když nejsou moc velké, mají velký význam například pro některé druhy včel, vos, motýlů a síťokřídlých, patřících do ohrožené skupiny bezobratlých živočichů. Konkrétně se jedná o samotářské včely a vosy, motýly apod. Těmto živočichům z krajiny mizí pro ně vhodné biotopy a tyto plochy mohou využít jako svá nová útočiště (Prach 2009).

Ve vodních plochách na výsypkách rostou parožnatky i další druhy řas. Mokřady jsou důležité pro několik druhů hmyzu, ptáků i obojživelníků. Na bohatě členěných výsypkách se vytvářejí „nebeská jezírka“, která jsou pro obojživelníky velmi významná (Vojar 2006). Tyto biotopy jsou unikátní v rámci celé střední Evropy stejně jako biota, která je na ně vázaná (Prach 2014).

Po 20. roce sukcese se na ploše vytvoří vegetační pokryv, který je souvislý, a vegetace výsypky je již dobře stabilizovaná se vzrostlejšími stromy a keři.

Pozitivní věc na Mosteckých výsypkách je snaha alespoň nějakou část výsypek ponechat spontánní sukcesí. Jedním z prvních případů bylo vyhrazených 60 ha na Radovesické výsypce pro spontánní sukcesí. Tato výsypka byla i zčásti technicky rekultivována a rekultivace se týkala už i hezky zarostlých částí (Prach 2010).

Chráněné a ohrožené druhy na Mostecku

Mostecké výsypky obsahují široké spektrum živočišných a rostlinných druhů, a to především výsypky nerekulitované (Prach 2010; Vojar 2006).

- **Rostliny:** lebeda růžová (*Atriplex rosea*) C1, silenka rozsochatá (*Silene dichotoma*), skřípílec dvoubližný (*Schoenoplectus tabernaemontani*) C2, bahnička jednoplevá (*Eleocharis uniglumis*) C2, orobínek *Laxmanův* (*Typha laxmannii*) C1.
- **Bezobratlí:** lišaj pupalkový (*Proserpinus proserpina*) NT, kutilky *Sphex funerarius* EN, *Lindenius laevis* CR, *Bembix tarsata* CR, včely *Dasypoda altercator* LC, *Andrena denticulata* VU, *Panurgus banksianus* LC, *P. calcaratus* LC, *Colletes succinctus* CR, *Systropha curvicornis* CR.
- **Ptáci:** kulík říční (*Charadrius dubius*) VU, moták pochop (*Circus aeruginosus*) VU, křepelka polní (*Coturnix coturnix*) NT, koroptev polní (*Perdix perdix*) NT, linduška úhorní (*Anthus campestris*) CR, konipas luční (*Motacilla flava*) VU, bělořit šedý (*Oenanthe oenanthe*) EN, bramborníček černohlavý (*Saxicola torquata*) VU, slavík modráček středoevropský (*Luscinia svecica ssp. cyaneacula*) EN, pěnice vlašská (*Silvia nisoria*) VU, rákosník velký (*Acrocephalus arundinaceus*) VU, ťuhák obecný (*Lanius collurio*) NT, strnad zahradní (*Emberiza hortulana*) CR, s. luční (*Miliaria calandra*) VU.
- **Obojživelníci:** Vyskytuje se zde například čolek obecný (*Lissotriton vulgaris*), NT, kuňka obecná (*Bombina bombina*) EN, blatnice skvrnitá (*Pelobates fuscus*) NT, ropucha obecná (*Bufo bufo*) NT, r. zelená (*Pseudepidalea viridis*) NT, skokan štíhlý (*Rana dalmatina*) NT, s. skřehotavý (*Pelophylax ridibundus*) NT Plazi: ještěrka obecná (*Lacerta agilis*) NT, j. živorodá (*Zootoca vivipara*) NT, slepýš křehký (*Anguis fragilis*) LC, užovka obojková (*Natrix natrix*) LC a další (Prach 2010).

3.7 Druhy rekultivace a jejich etapy

Štýsova definice, ve které je rekultivace popsána, zní: „Rekultivace je antroporegulačním faktorem v dynamickém procesu vývoje přírody s funkcí převážně kladných zpětných vazeb, kterými je usměrňován vývoj struktury a funkcí devastovaných částí krajiny, a to urychlením tvorby ekologicky stabilizujících prvků. Současně dochází k plánovité tvorbě biologicky i sociálně vhodných poměrů ve prospěch přírody i člověka“ (Štýs 1981).

K obnově krajiny změněné působením lidských činností se používá mnoho různých druhů rekultivace. Výběrem správného typu v určitých oblastech lze dosáhnout její vyšší úspěšnosti

a zvýšení ekologického efektu. Zvolení nesprávného typu rekultivace nepřinese očekávaný výsledek, naopak dojde ke snížení jejího ekologického efektu na krajinu, jako celek U způsobu rekultivační půdy je vždy nutné dbát na to, aby vše tvořilo ucelený soubor, v němž se jednotlivé zásahy podporují a doplňují (Jůva et al. 1978).

3.7.1 Technická rekultivace

Technická rekultivace probíhá před biologickou, je to příprava na ni. Modeluje se terén, musí se zajistit ochrana například před erozí, zajišťuje se odtok vody, budují se cesty. Tato fáze se může provádět i během těžby nebo až po skončení těžby (Smolík & Dirner 2010). Důležitý krok v této rekultivaci je navezení vhodné zeminy (skrývky). Ta se během prvních let těžby odkryla a uskladnila mimo území, kde se těží. Skrývka je cenná hlavně biologicky (Gremlica et al. 2011).

Etapy rekultivace:

- První etapa – **přípravná** – zahrnuje období otvírky a přípravy těžby, projekční činnosti a průzkum nadložních hornin a zemin.
- Etapa druhá – **důlně-technická** – zahrnuje období těžby, odklizení zeminy a zakládání výsypek.
- Etapa třetí – **ekotechnická** – obsahuje terénní úpravy, výstavbu komunikací a hydromeliorační úpravy.
- Etapa čtvrtá – **postrekultivační** – je období ukončení vlastních rekultivací, zařazení ploch do běžného ošetřování a následné udržování (Gremlica et al. 2011).

3.7.2 Biologická rekultivace

Biologická rekultivace představuje krok následující po technické rekultivaci, který slouží k oživení ploch. Upraví se chemické a fyzikální vlastnosti půdy pro její následné použití. Probíhá osev a výsadba bylin a dřevin (Smolík & Dirner 2010).

Lesnická rekultivace

Hlavní cíl lesnické rekultivace je vytvořit na devastovaných plochách lesní porost, který je účinný v boji proti poškození lokality těžbou. Tento typ rekultivace pomáhá mimo jiné zadržet vodu v půdě a zpomalení jejího průtoku (Štýs 1981).

- Vhodná převážně na svahy.
- Je to 5letý biologický cyklus. Zahrnuje vlastní výsadbu, ožínání, okopání sazenic, vylepšování a ochranu proti okusu zvěří.
- 11. rok se provede prořezávka porostů.
- Výsadba je prováděna bez návozu na ornice převážně ve sponu 1 × 1 m, sazenice těchto dřevin jsou převážně 2–3leté.
- Z listnatých stromů převládá olše šedá (*Alnus incana*), javor klen (*Acer Pseudoplatanus*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), dub zimní (*Quercus petraea*) a dub letní (*Quercus robur*).

- Z jehličnatých stromů se využívá velmi často borovice lesní (*Pinus sylvestris*), smrk ztepilý (*Picea abies*) a modřín evropský (*Larix decidua*).
- Keřová výsadba je na okrajích porostů a podél hospodárnic (Frouz et al. 2007).

Zemědělská rekultivace

Tato rekultivace se má řídit zákonem č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu. Po zemědělské rekultivaci by se na poškozeném místě měla vytvořit pole, louky, pastviny, travní porosty, vinice či ovocné sady (Štýs 1981). Důležité jsou vlastnosti zeminy, na které má rekultivace probíhat. Proces této rekultivace spočívá v navedení organické hmoty, ta je zaorána, dále jsou tam různé zemědělské činnosti jako vláčení, hnojení nebo zaorání plodin (Gremlica et al. 2011).

- 1. typ je za použití ornice. Ornice se odstraní při záborech půdy ve vrstvě cca 3,5 cm.
- 2. typ rekultivace je použití bez ornice, rovnou na cyprisových jílech, které najdeme na většině výsypek, patří do terciární sedimentace, mocnost této vrstvy je 120 metrů.
- Když se použije ornice, cyklus je zhruba na 5 let, bez použití ornice je cyklus 8letý.
- Biologický cyklus zahrnuje výběr vhodných druhů i zavádění druhů, které jsou pro prostředí nové. Samotný návrh způsobu biologické rekultivace a biologického cyklu se odvíjí od pedologického průzkumu (Forman, 1993).
- Hraje zde důležitou roli hnojení, a to jak organické, tak i anorganické, setí obilovin či jetelotravních směsí při zařazení rekultivace do trvalého travního porostu.
- Používají se obecně málo náročné byliny, které snášejí stres.
- Kultivace půd je dlouhodobou a nákladnou záležitostí. I její ekonomická efektivnost může být problematická. Hlavním cílem je změnit a zlepšit půdní strukturu a zvýšit úrodnost půdy a také snížit kontaminaci nevhodnými látkami. Půda se musí ošetřovat chemicky i agrotechnicky. Sledují se její chemické vlastnosti a výnosnost (Smolík & Dirner 2010).

Hydrická rekultivace

Postup této rekultivace upravuje zákon č. 254/2001 Sb., o vodách, a vyhláška č. 590/2002 Sb., o technických požadavcích pro vodní díla. Vytvoření vodní plochy je cíl této rekultivace, dále se tvoří například retenční nádrže, dreny a malá vodní díla (Gremlica 2013). Vodní plochy mohou vzniknout buď zatopením jam po těžbě, nebo odvodněním výsypkových ploch. Podle Dimitrovského (2001) velikost plochy ovlivňuje několik faktorů, jimiž jsou převýšení, srážky, sklon plochy, vlastnosti půdy a obecně tvar a velikost poškozeného území. Vodní plochy jsou pak významným prvkem v krajině. Tento způsob rekultivace je velmi častý v lokalitách, kde se těžilo hnědé uhlí (Dimitrovský 2001).

3.7.3 Ostatní rekultivace

Na Sokolovsku byly použity všechny druhy rekultivací. Používají se zde rekultivace lesnické, hydrické a právě i rekultivace ostatní. Právě ty ostatní jsou podle Leitgeba na Sokolovsku velmi často používané. Ostatní rekultivace představují takový druh, který specificky využívá dané území. Rekultivované území může posloužit jako golfové hřiště, lesopark, může se využít jako sportoviště nebo může vzniknout místo vhodné k rekreaci (Leigeb 2009). Zde jsou příklady ostatního použití rekultivace ve vybraných zemích:

Northumberlandia

Na severu Anglie se vytvořila krajina v podobě siluety ženy, viz obrázek č. 5, které se říká Dáma severu. Postavu Northumberlandia trvalo vytvořit dva roky. Projekt v Cramlingtonu v hrabství Northumberland vyšel na tři miliony liber, byl dokončen v září 2012 (Průcha 2014).



Obrázek 5: Northumberlandia

Foto: Blangdonestate.co.uk

Berzdorfer See

Hnědouhelný důl v Sasku u česko-německo-polské hranice se napouštěl přes deset let a výsledkem je tisícihektarové vodní dílo se třemi plážemi. Přijíždí se sem koupat jak Němci, tak Poláci i Češi. Okolo jezera Berzdorfer, viz obrázek č. 6, je vybudovaná i okružní cyklostezka (Janko 2016).



Obrázek 6: Berzdorfer See

Foto: Ota Bartovský

Náměstí C-Mine square

Město Genk v Belgii bylo dlouho závislé na těžbě černého uhlí. Koncem 80. let byl důl ve Winterslagu zavřen. Zástupci města rozhodli o dalším využití, jež mělo zrcadlit dědictví těžby uhlí. Dominujícím prvkem jsou dvě bývalé těžební věže v centru, viz obrázek č. 7. Slouží jako vyhlídka a také jako technická podpora (Průcha 2014).



Obrázek 7: C-Mine square

Foto: Kers Pieter

3.8 Sukcese

Sukcese je podle Pracha (2006) proces nahrazování druhů nebo celých společenstev jinými. Je to dlouhodobá neperiodická změna, která na daném stanovišti probíhá určitým směrem.

Spontánní sukcese vede spíše k vytvoření lesního společenstva. Po dvaceti letech je výsypka schopna zarůst stromy na 30–70 %. Nový lesní ekosystém bude odpovídat původní vegetaci zhruba po sedmdesáti letech. Druhy šířící se samovolně se mnohem lépe adaptují a jsou vhodnější pro poškozené plochy než druhy vysazované člověkem.

Stává se, že v některých případech ani sukcese není možná. Jedná se o lokality velmi silně narušené a poškozené nebo lokality se substrátem, který je toxický. Na takových místech může přirozená obnova trvat i stovky let. Proto je rekultivace těžebních jam a výsypek v určitých případech rozumné řešení. Spontánní sukcese nemusí být vždy vhodný způsob obnovy území postižené oblasti. Spontánní sukcesi se nevyplatí volit například v extrémních podmínkách prostředí (Prach & Hobbs 2008).

Krajina postižené plochy je zcela přeměněná a lidé mají snahu ji obnovit a vytvořit něco nového. Při jakékoliv obnově se musí zohledňovat potřeby lidí, kteří zde žijí. Z tohoto důvodu může být rekultivace i obrovskou příležitostí a může přinést nové rekreační i jiné příležitosti pro obyvatele. Můžou se vybudovat sportovní či tréninková hřiště, závodní dráhy, golfová hřiště, dětská hřiště, rybářská hřiště nebo různá rekreační místa a vodní plochy. Na druhou stranu se ale musí brát zřetel i na ochranu přírody a krajiny. Z toho plyne, že krajinu je třeba vytvářet nejen s ohledem na člověka, ale i na ostatní organismy. Dobrou volbou obnovy by byl dobře zvolený kompromis mezi těmito pohledy na věc. Část území po těžbě by bylo ponecháno přirozené sukcesi, část by se rekultivovala (Řehounek et al. 2010).

3.8.1 Výhody sukcese

Spontánní sukcese má výhody v několika ohledech, z nichž ty hlavní jsou:

- Druhy, které osidlují lokalitu, jsou dobře adaptované na místní podmínky.
- Přírodní hodnota spontánně osídlených lokalit je obvykle vyšší než u technicky obnovených lokalit.
- Stadia sukcesí představují útočiště pro volně žijící druhy živočichů.
- Je levná.
- Přirozená sukcese si dokáže sama vytvořit rovnovážný stav, díky kterému fungují ostatní ekosystémy (Bradshaw 1997).
- Další výhodou je zvýšení biodiverzity krajiny a možnost ochrany i vzácných druhů (Schulz & Wiegleb 2000; Young 2000).

Hlavní nevýhodou je pomalý proces obnovy. Hlavní faktor ovlivňující proces sukcese je rozloha obnovované plochy, kdy i rozptyl potřebných a žádoucích druhů je omezen vzdáleností (Prach & Hobbs 2008).

3.9 Průběh rekultivace a sukcese na Velké Podkrušnohorské výsypce

Část Velké podkrušnohorské výsypky již byla technicky rekultivovaná, ale některé její části se ponechaly procesům spontánní sukcese, přitom byly tyto rozdílné přístupy k obnově území posuzovány z několika úhlů pohledu (Mudrák et al. 2010; Frouz et al. 2015). Součástí tohoto posuzování je i výzkum procesu spontánní sukcese na plochách, které nebyly rekultivovány (Frouz et al. 2007; Mudrák et al. 2016; Frouz et al. 2016).

Na poškozených plochách se většinou jedná o mladší plochy, které byly ponechány spontánní sukcesí, najdeme druhy typické pro rané stadium primární sukcese, a to hlavně trávy – podběl lékařský (*Tussilago farfara*), ječmen hřívnatý (*Hordeum jubatum*), lipnice smáčknutá (*Poa compressa*) či smetánka lékařská (*Taraxacum ruderalia*). Díky expanzi třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*) byl proces sukcese výrazně zpomalen (Dimitrovský 2001; Mudrák et al. 2016).

Plochy, na kterých probíhá sukcese už déle, jsou pokryty především porosty vrby jívy (*Salix caprea*), břízy bělokoré (*Betula pendula*) a topolu osika (*Populus tremula*), objevuje se zde i jitrocel (*Plantago spp.*) (Frouz et al. 2016).

Na výsypce je i hodně druhů listnatých a jehličnatých dřevin, viz obrázek č. 8, které slouží k lesnické rekultivaci. Mezi tyto druhy patří javor klen (*Acer pseudoplatanus*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), habr obecný (*Carpinus betulus*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*), douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii*) atd. (Štýs et al. 2014).



Obrázek 8: Sokolovsko

Zdroj: vlastní fotka

3.10 Třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*)

Heterogenní prostředí mají výsypky, které jsou nasypány do vln. Toto prostředí preferují dřeviny. Některé plochy jsou ovšem následně zarovnané, to se dělá hlavně kvůli následné rekultivaci. Zarovnáním plochy dochází k velkému utužení půdy a snížení heterogenity povrchu, podpoří se tím růst travin. Zásadním problémem na Sokolovsku je růst třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Tento druh je velmi konkurenčně schopný, během krátké doby se dokáže velmi rychle rozrůst po velkých plochách a tím zpomalit sukcesi. Obecně je jedním z nejproblematictějších konkurenčně silných druhů (Wiegleb & Felinks 2001). Třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*) viz obrázek č. 9 se na ruderalních a semiruderalních stanovištích ve střední Evropě stává druhem, který je velmi dominantní a vytváří porosty na stanovištích, která jsou otevřená a dobře zásobená živinami (Rebele & Lehmann 2001).

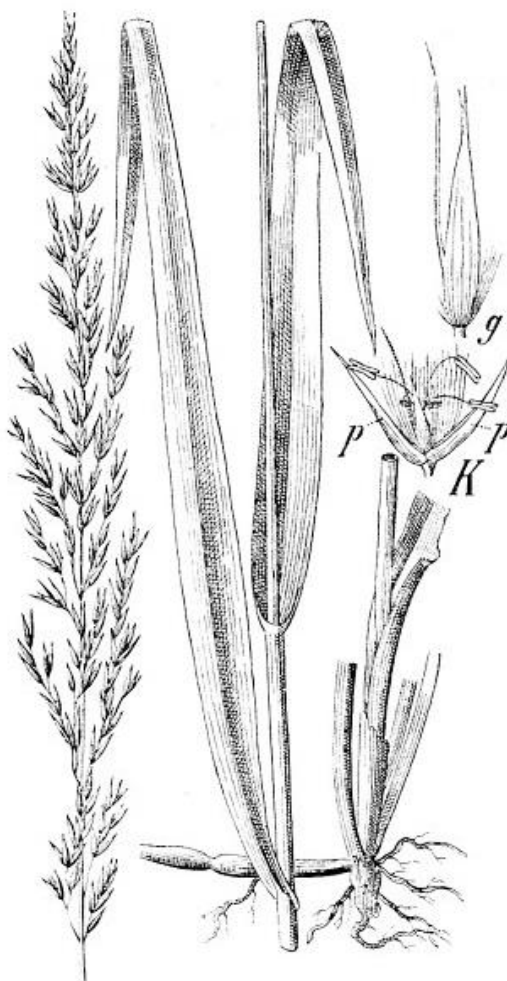


Obrázek 9: Třtina na Sokolovsku
Zdroj: vlastní fotka

3.10.1 Charakteristika druhu

Obrázek č. 10 znázorňuje *C. epigejos*. Je to vysoká, zelenošedá vytrvalá trsnatá tráva. Může dosahovat výšky až 150 cm. Listy jsou od 3 mm do 10 mm široké (Mergl & Zezula 1984). Květy můžeme vidět od června do srpna (Kubát 2004). Kořeny sahají hluboko, až do hloubky jednoho metru. Velmi rychle prorůstají plochou (Regal & Šindelářová 1970).

Najdeme ji na většině území nejen v Evropě, od Anglie až po Japonsko, v Severní Americe a v Jižní Africe (Aiken et al. 1989). V Evropě najdeme *C. epigejos* spíše v suchých lesích nebo křovinách (Regal & Šindelářová 1970). Roste i na horských loukách (Pruchniewicz 2017). Její rozšíření zpomaluje okyselování půdy (Janauer 1995).



602. *Třtina křovištní*;
K klásek, p plevy; g plucha.

Obrázek 10: Třtina křovištní, kresba A. Kašpar
Zdroj: Polívka (1902)

4 Metodika

Velké podkrušnohorská výsypka se nachází na Sokolovsku (50°14'30,71"N 12°40'44.9"E) Na těchto lokalitách je problematický výskyt třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*), která se velmi rychle šíří a potlačuje jiné druhy. Povrch výsypky byl urovnán nebo byl utvářen do vln. Právě z těchto rozdílných ploch se odebraly vzorky třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*) a pozorovaly se různé charakteristiky rostliny i faktory, které ovlivňují její růst i růst ostatních druhů na výsypce.

Průměrná nadmořská výška oblasti je 500-600 metrů. Průměrná teplota v této oblasti je 6,8°C. Průměr ročních srážek je 655 mm. (Frouz et al. 2008).

4.1 Sběr dat

Fytcenologické snímky jsou jedna z metod, pomocí které lze dokumentovat druhové složení na určitém území a můžeme dokumentovat i jejich vzájemné vztahy. Obecný postup pro fytcenologické snímkování je následující: na vybrané ploše se vymezí čtverec nebo obdélník, jehož rozměry jsou od jednoho až po několik set m². Měl by se snímek rozlišit na patra a zaznamenají se potřebné informace, jako datum, sklon svahu nebo nadmořská výška. Mohou se odebrat i vzorky na pozdější jiné analýzy (Michalcová 2010).

Snímkování bylo provedeno v roce 2015. Byly vymezeny dvě základní oblasti: mladší plochy – E, jejich stáří je zhruba 22 let a starší plochy – I, které jsou staré 33 let. V obou oblastech, se odebíraly vzorky z ploch rovných, tak i ploch, které jsou utvářeny do vln.

Na každé lokalitě byly určeny tři body – vrchol vlny, dno vlny a rovina. V každém tomto bodě se odebraly vzorky. Pojmenování ploch vysvětluje tabulka č. 4.

Tabulka 4: Přehled rozdělení ploch na výsypce

| Označení ploch | Umístění ve vlně | | Stáří ploch |
|----------------|------------------|--------|---------------|
| EB | Botton | Dno | Mladší plochy |
| EF | Flat | Rovina | |
| ET | Top | Vrchol | |
| IB | Botton | Dno | Starší plochy |
| IF | Flat | Rovina | |
| IT | Top | Vrchol | |

Pro zjištění rostlinného společenstva sloužily fytcenologické snímky ploch, 1m x 1m. Provedl se zápis všech druhů, které se vyskytují na fytcenologických snímcích a zkoumala se zde i jejich pokryvnost. Viz obrázek č. 11. V každé lokalitě E a I se vymezilo dalších 15 ploch – vzorků o velikosti 25 cm x 25 cm, zhruba 10 cm hluboké, toto znázorňují obrázky č. 12, 13, 14, 15. Prvních 5 vzorků bylo bráno z roviny, dalších 5 z vrcholu nasypných vln a dalších 5 vzorků ze dna vlny. Tyto vzorky byly odebrány a převezeny do laboratoře, kde proběhla analýza. Rostliny ze vzorků byly omyty, následně byly sledovány, měřeny a počítány charakteristiky třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Mezi tyto charakteristiky patří: suma délek oddenků, průměrná délka oddenků, počet ramet, maximální počet výhonů, průměrná šíře listu, průměrná délka listů, počet květů, průměrná délka květu a průměrná váha květu.



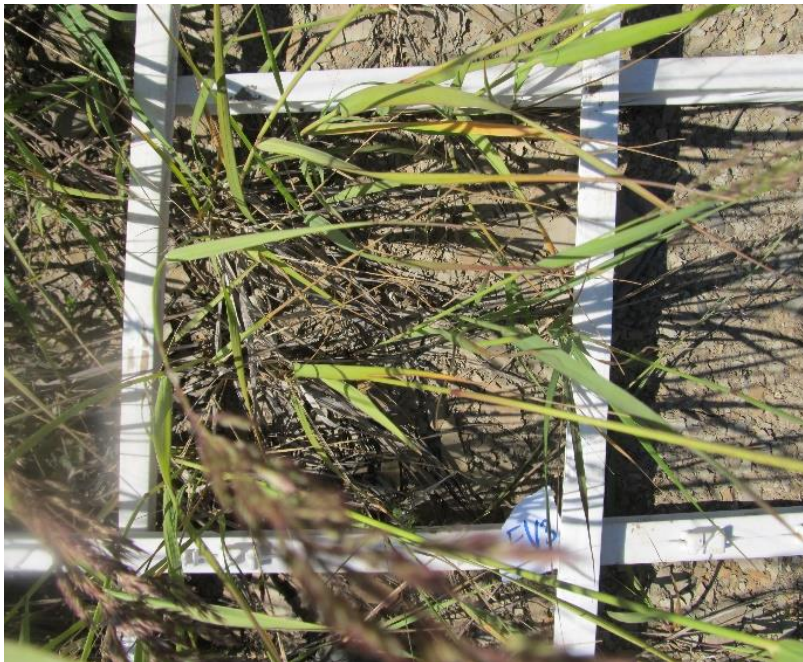
Obrázek 11: Plocha pro fytoocenologický snímek 1m x 1m
Autor: Vachová Pavla (2015)



Obrázek 12: Zkoumaná ploška
Autor: Vachová Pavla (2015)



Obrázek 13: Zkoumaná ploška
Autor: Vachová Pavla (2015)



Obrázek 14: Zkoumaná ploška
Autor: Vachová Pavla (2015)



Obrázek 15: Zkoumaná ploška
Autor: Vachová Pavla (2015)

4.2 Analýza dat

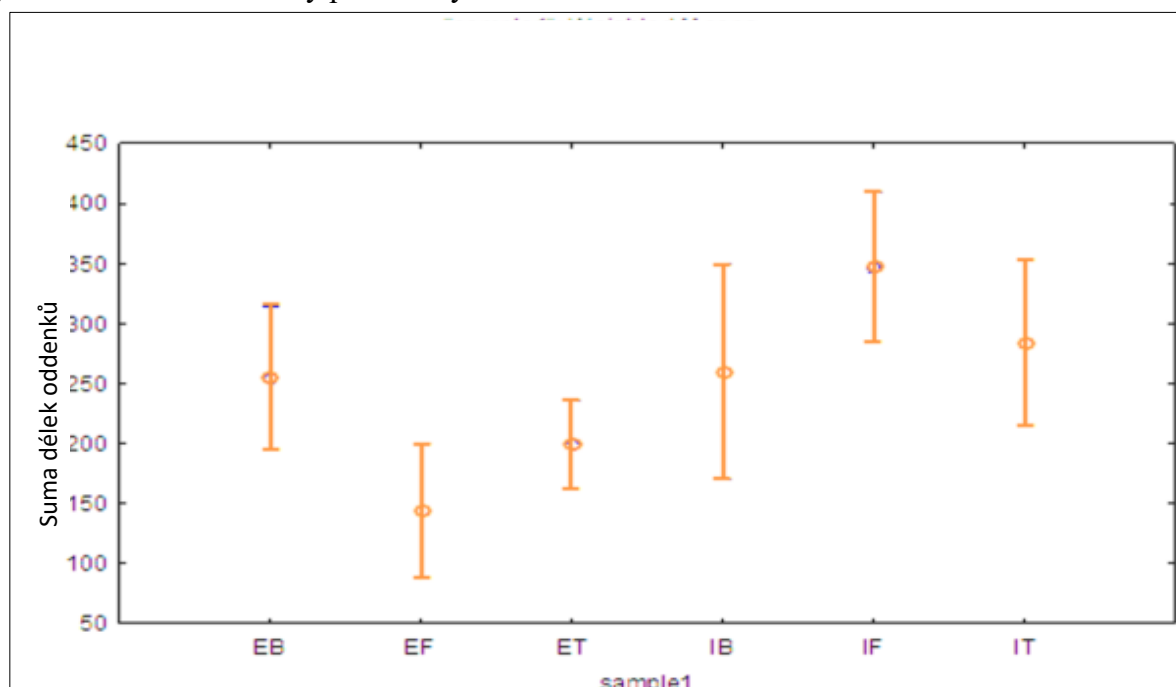
Všechny výsledky, které jsme získali, byly porovnávány a použité programy byly Statistica 13 a Canoco 15 (metoda PCA with supplementary variables). One-way ANOVA byla použita k testování rozdílů růstových parametrů *C. epigejos* v jednotlivých plochách (součet oddenků, průměrná délka oddenku, počet ramet, maximální počet výhonů, šířka listu, délka listu, počet květů, průměrná délka květenství, průměrná váha květenství). Průkazné rozdíly mezi průměry na hladině významnosti $\alpha=0,05$ byly dále testovány pomocí Tukey HSD post-hoc metody. Post-hoc testy se provádějí až po zamítnutí nulové hypotézy, kdy je zpravidla $p < 0,05$ a pomáhají nalézt homogenní skupiny v testovaných datech (Šmilauer & Lepš 2016). Všechny výpočty byly provedeny pomocí softwaru STATISTICA 13.5 (Statsoft, Tulsa, USA).

Software Canoco 5 byl použit pro zjištění rozdílnosti ve fytoocenózách studovaných poloh (lokalit). Jako nevhodnější byla vybrána analýza hlavních komponent (PCA), která byla vypočítána ze středních (ale ne standardizovaných) dat. (Šmilauer & Lepš 2014). Cílem této metody je přenesení n -rozměrného dimenzionálního prostoru do dvou či tří dimenzí bez velkých ztrát variability. PCA patří k základním metodám mnohorozměrných statistických metod. Předpokladem jsou lineární vztahy mezi proměnnými (Lepš & Šmilauer 2016).

5 Výsledky

5.1 Morfologické adaptace *Calamagrostis epigejos* na topografii výsypek

Porovnávané charakteristiky zkoumaných rostlin třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*) jsou: suma délek oddenků, průměrná délka oddenků, počet ramet, maximální počet výhonů, průměrná šíře listu, průměrná délka listů, počet květů, průměrná délka květu a průměrná váha květu. Závislosti vysvětlují grafy a korelační tabulka, ve kterých jsou jednotlivé charakteristiky porovnány.



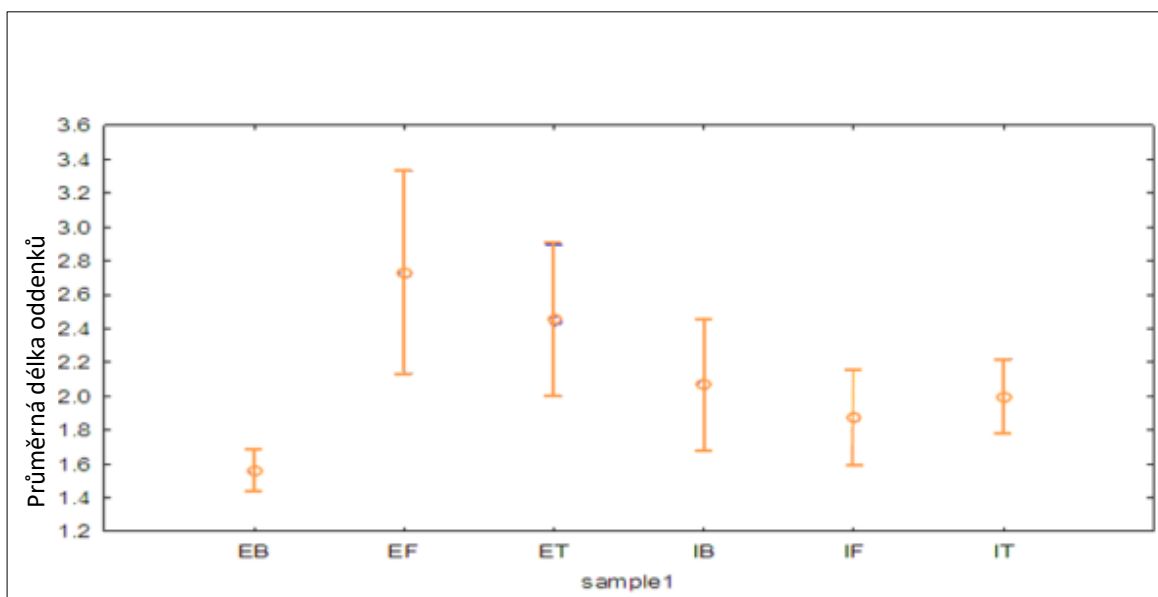
Obrázek 16: Suma délek oddenků v milimetrech.

ANOVA: $F = 1,145$, $p = 0,371$.

Graf č. 16 porovnává sumu všech délek oddenků na vybraných ploškách. Největší průměrnou hodnotu délky oddenků najdeme na starších rovinách. Největší rozptyl hodnot je na dně vln na starších plochách. Průměrná suma délka oddenků se pohybuje mezi 150 – 350 mm = 15 – 35 cm.

Rostliny měly srovnatelné hodnoty sumy oddenků na dnech mladé i staré plochy.

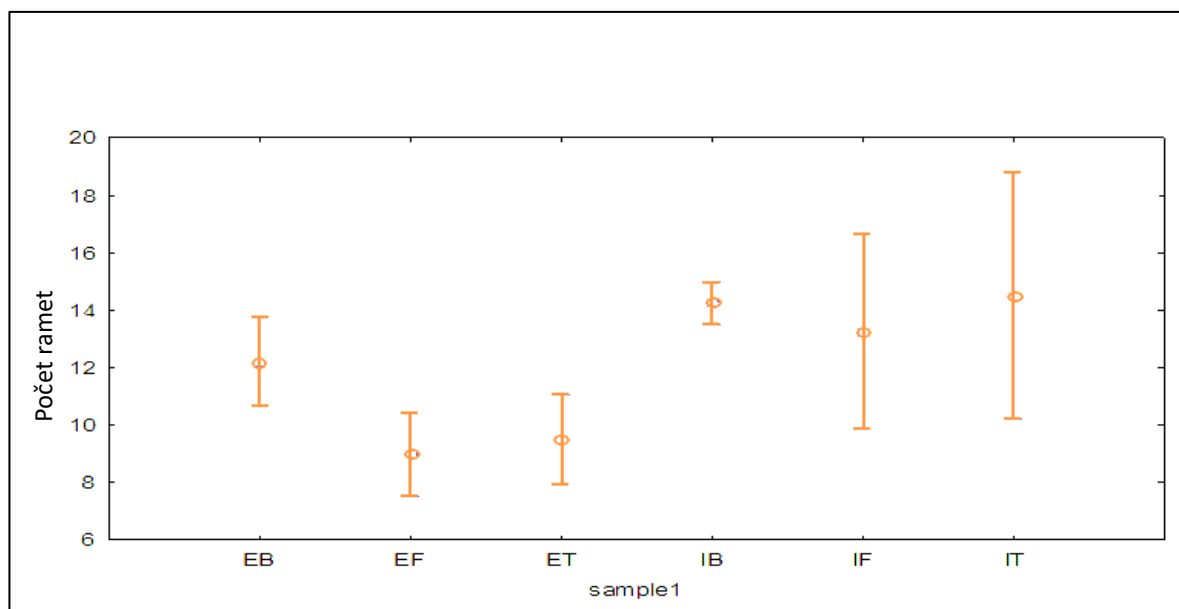
Dále bylo zjištěno, že rostliny dosahovaly největší sumy délek oddenků na starších plochách. Nejvyšší hodnotu sumy oddenků měly rostliny na rovině (IF), naopak nejmenší délky oddenků měly rostliny na rovině mladých ploch (EF). Na vrcholech nasypných vln měly rostliny vyšší hodnotu sumy na starších plochách oproti plochám mladším.



Obrázek 17: Průměrná délka oddenků v centimetrech

ANOVA: $F = 1,380$, $p = 0,276$.

Graf č. 17 znázorňuje průměrné délky oddenků, které se našly u rostliny na zkoumaných ploškách. Hodnoty průměrných délek oddenků jsou v rozmezí 1,5 – 2,8 cm. Rostliny měly nejdelší oddenky na mladých plochách (E). Nejdelší oddenky ze všech ploch byly na rovinách na mladších plochách (EF) a naopak nejkratší oddenky mají rostliny, které se vyskytovaly na dnech mladých ploch (EB). Rostliny na starších plochách mají délku oddenků velmi podobnou.

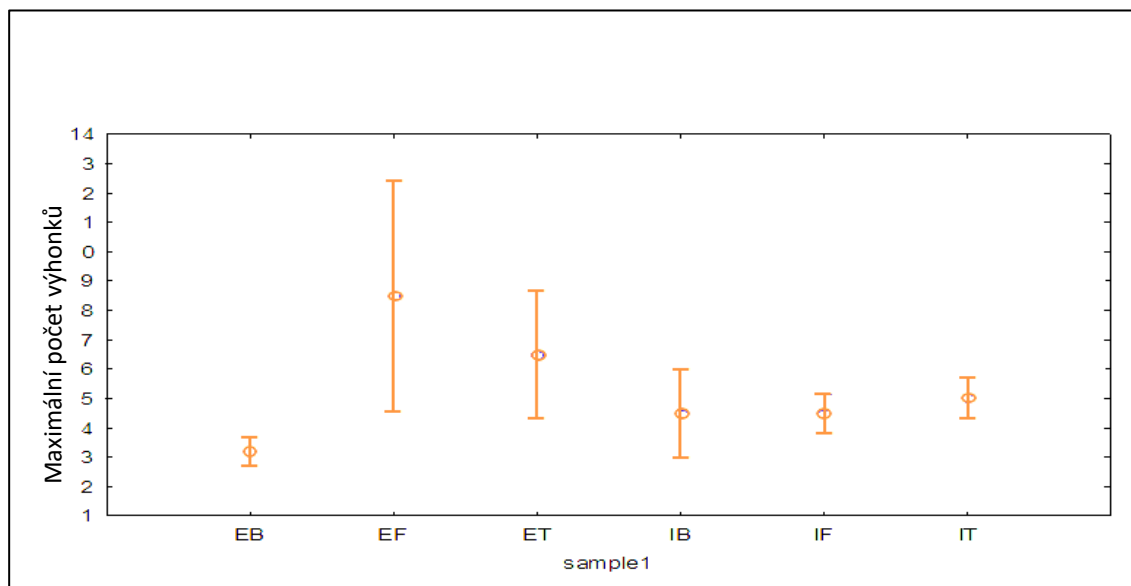


Obrázek 18: Počet ramet analyzovaných rostliny na zkoumaných ploškách

ANOVA: $F = 0,912$, $p = 0,494$.

Graf č. 18 znázorňuje počet ramet zkoumaných rostlin. Průměrné hodnoty se pohybují mezi 9 – 14 rametami.

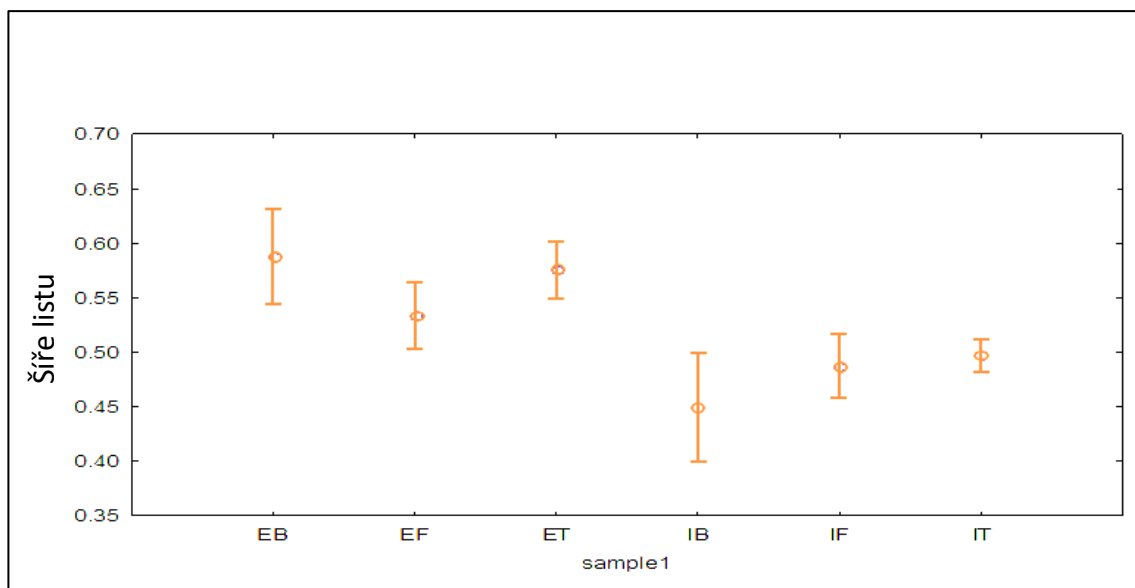
Největší počet ramet mají rostliny na starých plochách, především na rovině (IF) a na vrcholu vln (IT). Na starých plochách byly obecně hodnoty větších rozptylů a rostliny měly vyšší počet ramet. Nejméně ramet měly rostliny na mladých plochách, opět se jednalo o rovinu (EF) a vrchol vlny (ET). Lze říci, že průměrné hodnoty těchto ploch byly podobné. Jen na dně (EB) se počty přibližovaly více k množství ramet, které měly rostliny vyskytující se na starých plochách (I).



Obrázek 19: Počet výhonků rostlin na jednotlivých ploškách.

ANOVA: $F = 0,991$, $p = 0,450$.

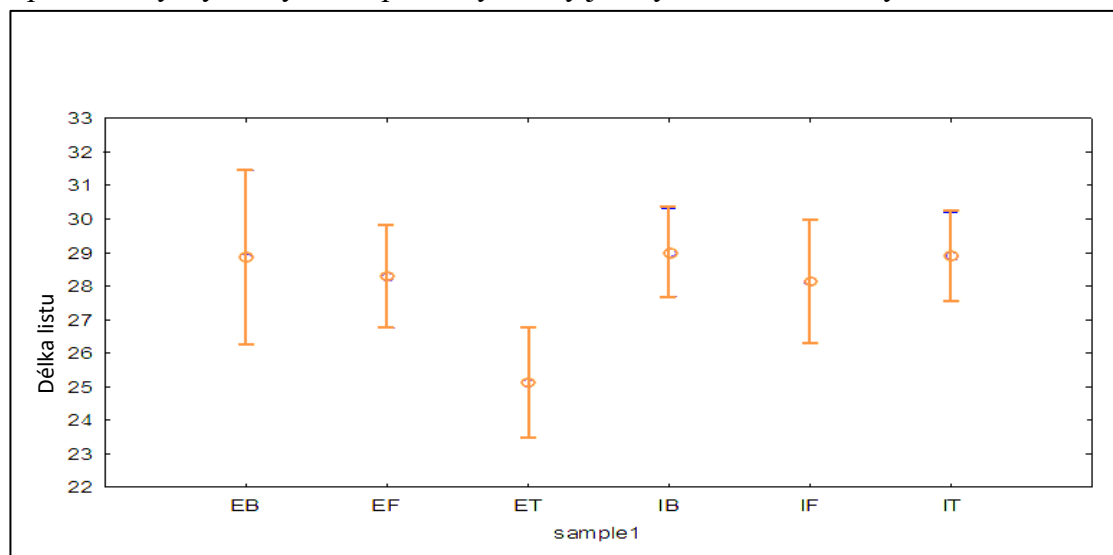
Graf č. 19 zobrazuje počet výhonků rostlin na zkoumaných plochách. Počet výhonků se pohybuje mezi 3 – 9 výhonky. Rostliny, vyskytující se na mladých plochách měly nejvíce výhonů, s výjimkou dna, tam měly rostliny nejméně výhonků ze všech porovnávaných ploch. Počet výhonů rostlin na starých plochách je velmi podobný.



Obrázek 20: Šířka listů rostliny v centimetrech

ANOVA: $F = 2,332$, $p = 0,083$.

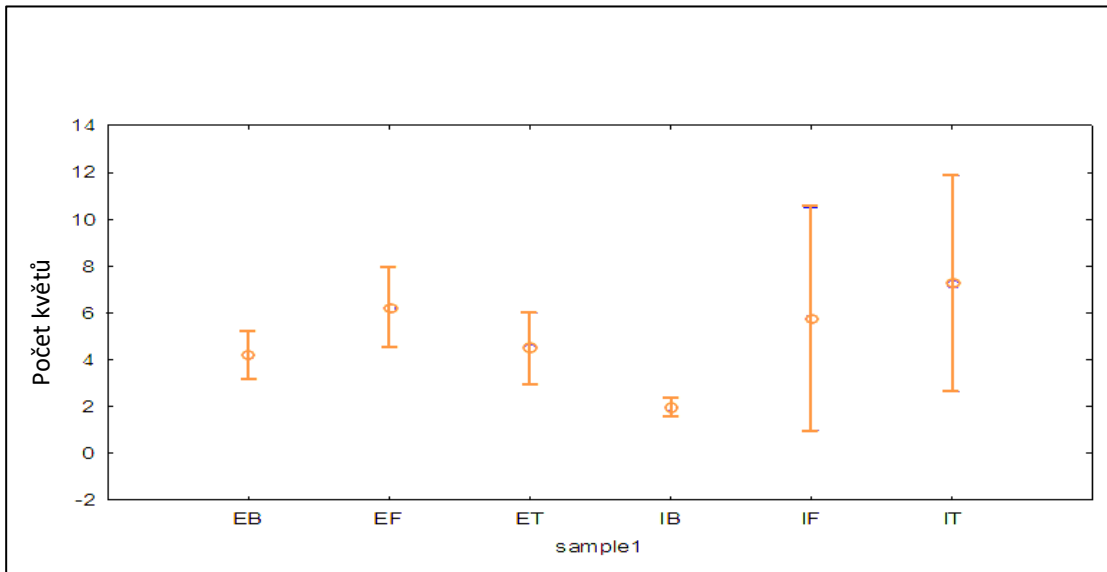
Graf č. 20 zobrazuje šířku listu na rostlinách nalezených na zkoumaných ploškách v centimetrech. Minimální průměrné hodnoty se pohybují okolo 0,45 cm a maximální okolo 0,60 cm. Rostliny měly nejširší listy na mladých plochách (E). Na těchto zmiňovaných plochách byly pravděpodobně lepší podmínky pro rozvoj listu, jelikož hodnoty jsou o poznání vyšší než na plochách starých (I). Rostliny měly průměrně stejně široké listy nezávisle na tom, na jakém typu ploch se vyskytovaly. Stáří ploch bylo tedy jediným faktorem, který měl vliv na šíři listů.



Obrázek 21: Délka listů rostliny v centimetrech

ANOVA: $F = 0,607$, $p = 0,695$

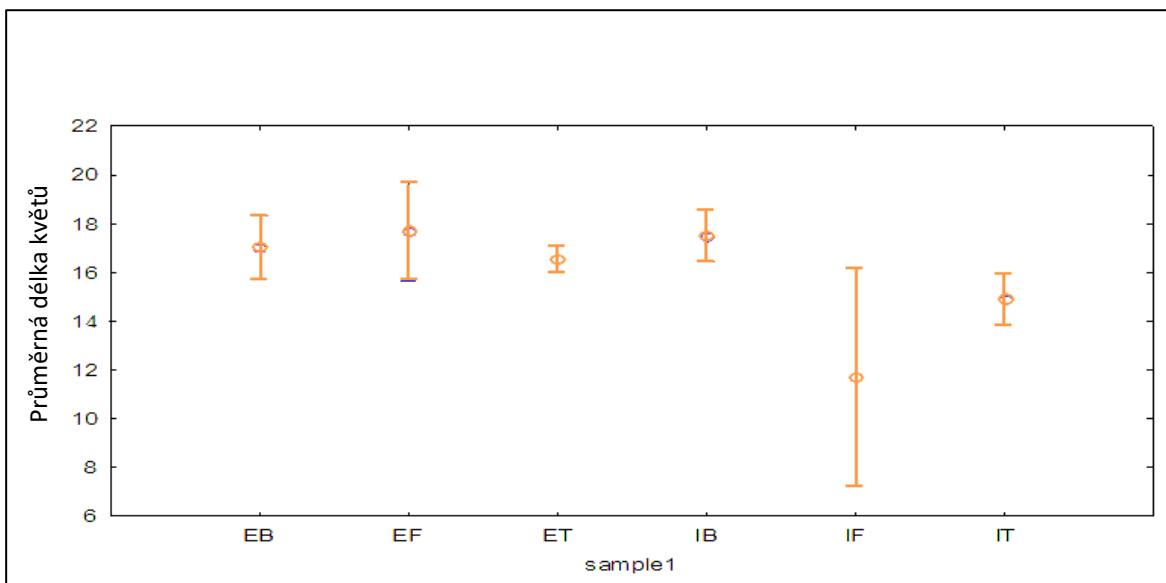
Graf č. 21 znázorňuje průměrné hodnoty délky listu. Hodnoty jsou v rozmezí mezi 24-29 cm. Rostliny na mladých (E) i starých plochách (I) měly velmi podobně dlouhé listy. Jedinou výjimkou jsou listy u rostlin, které se nacházely na vrcholu vlny mladých ploch (ET), které byly kratší.



Obrázek č. 22.: Počet květů rostliny na zkoumaných ploškách

ANOVA: $F = 0,428$, $p = 0,824$

Graf č. 22 znázorňuje počty květů na rostlinách nalezených na zkoumaných ploškách. Rozmezí květů je mezi 2 – 7 květy. Na starých plochách, zejména na rovině (IF) a vrcholu vln (IT) měly rostliny nejvíce květů ze všech porovnávaných rostlin. Na dně starých ploch (IB) měly rostliny naopak nejméně květů. Na mladých plochách byl počet květů vyrovnaný. Nejvyšší počet květů měly rostliny především na rovinách a vrcholech nasýpaných vln.

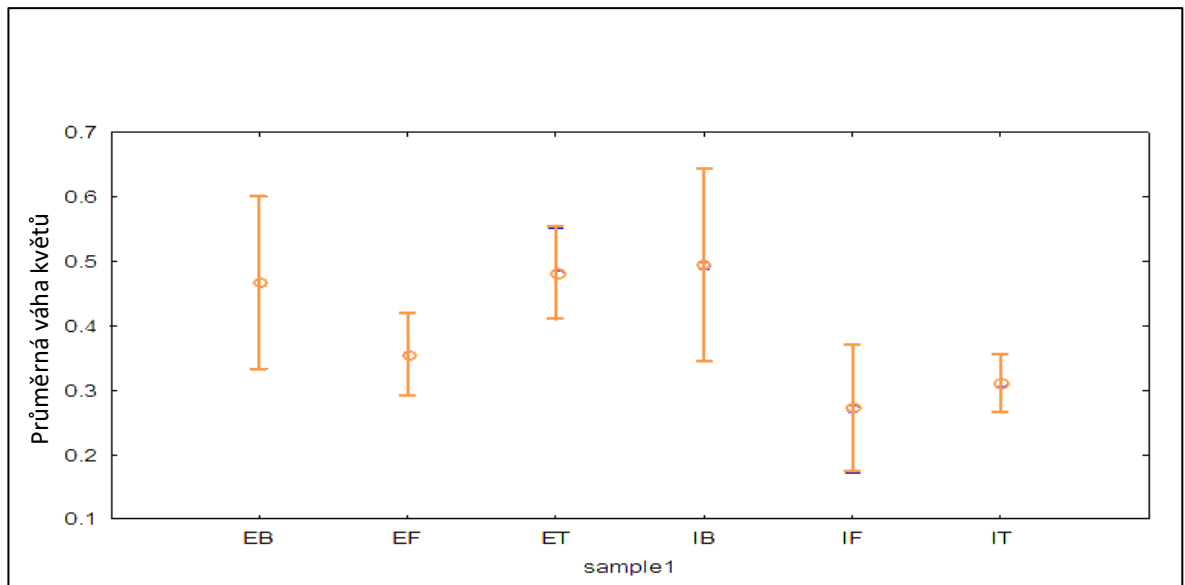


Obrázek 22: Průměrná délka květenství rostliny v centimetrech

ANOVA: $F = 1,135$, $p = 0,376$.

Graf č. 23. zobrazuje průměrnou délku květů rostlin. Je zde patrné rozmezí délek květů a to od 11 cm do 18 cm. Nejdelší květy třtiny byly na mladých plochách (E), kde byly délky květů vyrovnané. Hodnoty na dně starých ploch (IB) se jim velmi podobaly. Jediný pokles

hodnot byl zřetelný u roviny starých ploch (IF) a vrcholu starých ploch (IT). Zde mají rostliny nejkratší květy. U roviny a vrcholu se průměrná délka květu s časem zvýšila.



Obrázek 23: Průměrná váha květů rostliny v gramech

ANOVA: $F = 0,819$, $p = 0,551$.

Na grafu č. 24 je znárodněné porovnání váhy květů na různých plochách zkoumané lokality. Rozmezí průměrných hodnot je od 0,25 g – 0,5g.

Květy dosahovaly větší váhy na mladých plochách (E). Rostliny, které se vyskytovaly na dně starších ploch (IB) mají podobnou váhu květů, jako rostliny na mladých plochách. Květy vážily nejméně na rovině (IF) a vrcholu (IT) starých ploch. Při porovnání stáří ploch, platí u obou, že nejtěžší květy jsou na dně vln a na vrcholku vln a nejlehčí květy mají rostliny na rovinách.

Závislost jednotlivých proměnných *Calamagrostis epigejos*

Výsledek korelační matice znázorňuje závislosti proměnných třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Jsou zde korelace pozitivní i negativní, ovšem okomentované korelace jsou jen ty, které mají vyšší vysvětlenou variabilitu.

Tabulka 5: Korelační matice proměnných *Calamagrostis epigejos*

| Correlations (fytosnimkypromaza) | | | | | | | | | | | |
|---|----------|-------------|--------------------|----------------------|-------------|------------|--------------------|--------------------|-------------|--------------------|---------------------|
| Marked correlations are significant at $p < .05000$ | | | | | | | | | | | |
| N=25 (Casewise deletion of missing data) | | | | | | | | | | | |
| | Průměr | Stan. Odch. | Suma délky oddenků | Průměr délka oddenku | Počet ramet | Max výhonů | Průměr šířka listu | Průměr délka listu | Počet květů | Průměr délky květu | Průměrná váha květu |
| Suma délky oddenků | 248,3120 | 132,5759 | 1,000000 | -0,290217 | 0,721190 | -0,309781 | -0,373816 | -0,086859 | -0,082650 | -0,403135 | -0,395280 |
| Průměr délka oddenku | 2,0908 | 0,7678 | -0,290217 | 1,000000 | -0,204273 | 0,906233 | -0,038132 | -0,036705 | 0,336548 | -0,011624 | 0,036626 |
| Počet ramet | 12,1200 | 4,9187 | 0,721190 | -0,204273 | 1,000000 | -0,198954 | -0,429670 | 0,166571 | -0,036387 | -0,264671 | -0,275029 |
| Max výhonů | 5,2800 | 3,8678 | -0,309781 | 0,906233 | -0,198954 | 1,000000 | 0,001725 | -0,176862 | 0,241232 | -0,130369 | -0,101627 |
| Průměr šířka listu | 0,5240 | 0,0821 | -0,373816 | -0,038132 | -0,429670 | 0,001725 | 1,000000 | 0,147210 | 0,144499 | 0,341474 | 0,497788 |
| Průměr délka listu | 28,0833 | 3,6568 | -0,086859 | -0,036705 | 0,166571 | -0,176862 | 0,147210 | 1,000000 | 0,387321 | 0,268400 | 0,221513 |
| Počet květů | 4,9600 | 5,3267 | -0,082650 | 0,336548 | -0,036387 | 0,241232 | 0,144499 | 0,387321 | 1,000000 | 0,062801 | -0,035339 |
| Průměr délky květu | 15,9393 | 4,3501 | -0,403135 | -0,011624 | -0,264671 | -0,130369 | 0,341474 | 0,268400 | 0,062801 | 1,000000 | 0,581624 |
| Průměrná váha květu | 0,3996 | 0,2109 | -0,395280 | 0,036626 | -0,275029 | -0,101627 | 0,497788 | 0,221513 | -0,035339 | 0,581624 | 1,000000 |

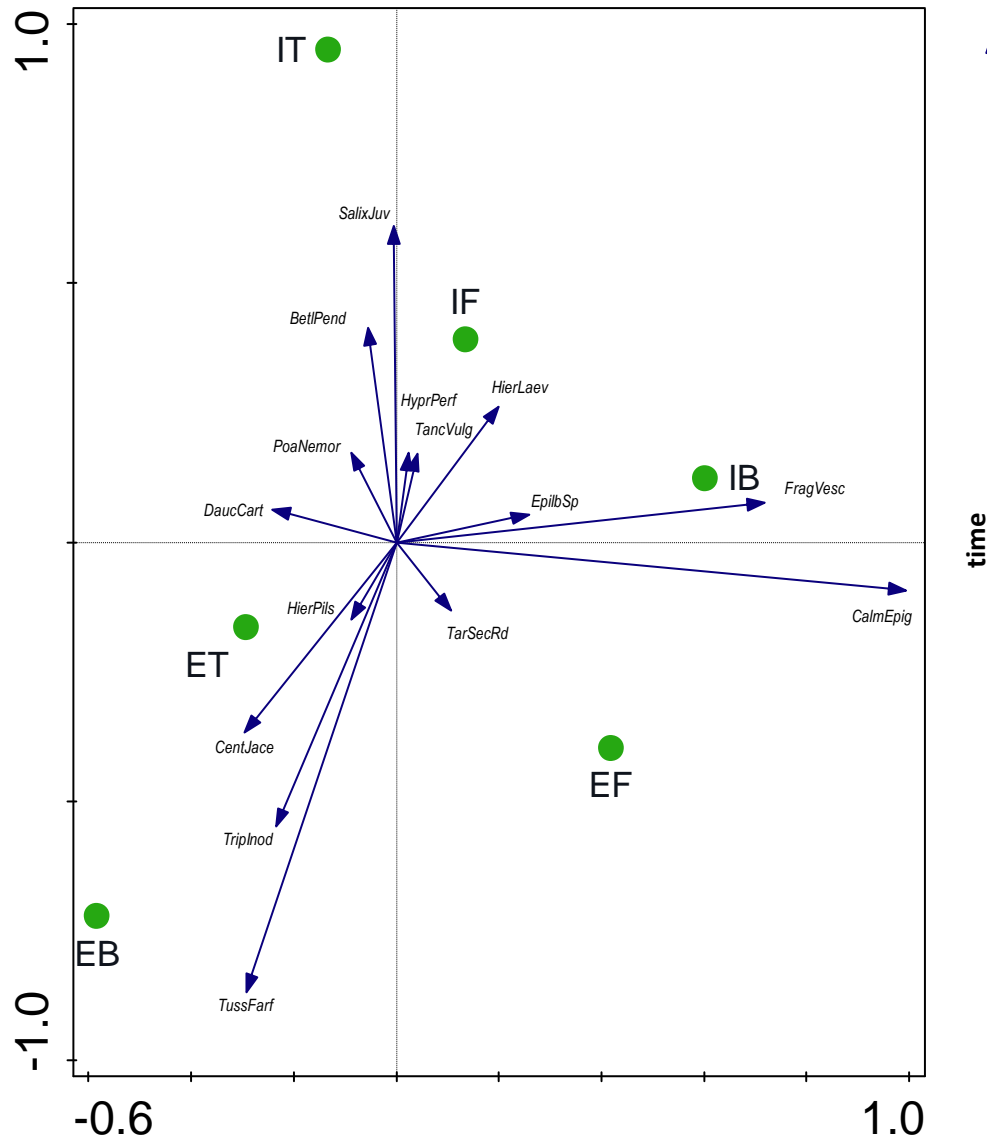
Tabulka č. 5 přehledně znázorňuje různé závislé proměnné třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Pozitivní i negativní korelace vysvětlují vzájemné závislosti a ovlivnění různých sledovaných parametrů. V tabulce č. 5 lze pozorovat některé korelace, které mají publikovatelnou závislost, v tabulce jsou označeny červeně. Pozitivní korelace můžeme pozorovat ve 4 případech a negativní ve 2 případech. Přepočtem hodnot z tabulky r , získáme koeficient determinace R^2 , který vysvětluje variabilitu v procentech (Lepš & Šmilauer 2016).

Nejsilnější závislost je mezi průměrným počtem ramet a výhonů, zde je pozitivní korelace, která vysvětluje 81% variability. Znamená to, že čím byl větší průměr počtu ramet, tím více bylo výhonů. Další silná pozitivní korelace je rovněž u sumy délek oddenků a počtem ramet, říká, že čím více bylo oddenků, tím více bylo ramet. Vysvětlená variabilita je 52%. Zbýlé pozitivní korelace jsou nižších hodnot a můžeme je pozorovat mezi průměrem květu a vahou květu. Zde jsou hodnoty vysvětlené z 33% a platí, že čím větší byl průměr květu, tím těžší byl květ rostliny. Poslední pozitivní korelace je u šířky listů v závislosti na váze květu, kdy nám říká, že, čím širší bude list, tím těžší bude květ, vysvětlená variabilita zde vyšla 25%.

Negativní korelace jsou slabší, nicméně i tak jsou zde zahrnuty. Jedna je u závislosti ramet na šířce listu rostliny. Tento vztah vysvětluje 18% variability. Říká, že, čím více měla rostlina ramet, tím menší byla šířka listu rostliny. Druhá negativní korelace je závislost počtu oddenků na délce květu. To znamená, že čím více měla rostlina oddenků, tím kratší květ měla rostlina. Vysvětlená variabilita je zde 16%.

5.2 Společenstva dle topografické polohy

Rozdělení a rozložení druhů podle topografie a stáří ploch je znázorněn na obrázku č. 25. Můžeme zde vidět preference rostlinných druhů i vývoj společenstev v čase.



Obrázek 24: Analýza dat metodou PCA – četnost výskytu druhů na zkoumaných plochách. Celková variabilita = 13,87%.

Obrázek č. 25 znázorňuje preferenci jednotlivých druhů. To znamená, jaký typ ploch jednotlivý druh upřednostňuje. Rostlinné druhy preferující starší plochy jsou: *Betula pendula*, *Salix Juv*, *Poa nemoralis*, *Daucus corota*, *Hypericum perforatum*, *Tanacetum vulgare*, *Hieracium laevigatum*, *Epilobium sp.*, *Calamagrostis epigejos* a *Fragaria vesca*.

Mladé plochy E preferuje opět *Calamagrostis epigejos*, dále *Taraxacum sec. Ruderalia*, *Tripleurospermum inodorum*, *Tussilago farfara*, *Centaurea jacea* a *Hieracium pillosela*.

Na starších plochách (I) druhové složení směřuje už k lesnímu společenstvu. Právě kvůli nalezeným druhům jako jsou *Betula pendula* a *Salix Juv.* *Calamagrostis epigejos* preferuje zároveň na staré plochy, hlavně na dno (IB), tak i na mladé plochy, kde upřednostňuje spíše rovinu (EF). Dále druhy *Hypericum perforatum*, *Tanacetum vulgare* preferují jak rovinu, tak i vrcholy vln na starých plochách (I). Tyto druhy preferují z hlediska topografie i mladší plochy (E) preferuje, jedná se o vrchol vlny ET a dno vlny EB.

Rovinu preferuje nejméně druhů. Většinou druhů vyhovuje spíše dno vln a vrchol vln. Většina druhů nalezených na plochách preferují spíše slunečná stanoviště nebo polostín. Druhy nejsou nijak extrémně náročné na živiny a vlhkost půdy. Kromě *Calamagrostis epigejos* a *Taraxacum sec. Ruderalia*, kterým vyhovuje, když je půda bohatší na dusík. V průměru se ale nároky drží ve středních hodnotách. Objevují se zde druhy, které se rychle rozrůstají, jsou považovány za plevel anebo se používají jako pionýrské, díky svým vlastnostem a objevují se často na člověkem narušených místech, to je například *Betula pendula* nebo *Epilobium sp.*

5.3 Shrnutí výsledků

Morfologické adaptace *Calamagrostis epigejos* ovlivňuje topografie. Na starých plochách na dně (IB) nasypných vln měly rostliny nejméně široké listy, zároveň byly ale nejdelší. Rostliny měly nejméně květů, které ovšem vážily ze všech květů nejvíce. Na mladých plochách, na dně (EB) měly rostliny nejmenší průměrné délky oddenků, konkrétně to bylo 1,5 mm, byl zde i nejmenší počet výhonků rostliny. Na těchto plochách rostliny měly rostliny nejširší listy – 0,60 cm.

Rostliny na rovinných plochách (IF) měly největší sumu délek oddenků a nejkratší a zároveň i nejlehčí květy. Na mladých plochách (EF) se rostliny vyznačovaly tím, že měly nejmenší sumu délek oddenků, zároveň měly největší průměrnou délku oddenků a nejmenší počet ramet. Na této ploše bylo nejvíce výhonků rostliny a také měly nejdelší květy.

Calamagrostis epigejos měla na vrcholcích vln (IT) nejvíce ramet ze všech sledovaných ploch a rostliny na těchto plochách měly nejvíce květů. Na mladých plochách (ET) měly rostliny nejmenší délku listů.

Obecně měly rostliny *C. epigejos* na starých plochách největší počet ramet, nejvíce květů a také největší sumu délek oddenků. Toto potvrzuje i korelační tabulka. Rostliny z mladších ploch měly širší listy než rostliny ze starších ploch.

Z hlediska topografie upřednostňují rovinné plochy na starších lokalitách (IF) *Hypericum perforatum*, *Tanacetum vulgare*, *Hieracium laevigatum*. Jednalo se spíše o vytrvalé byliny, které preferují spíše slunečné stanoviště a dokáží dobře růst i na sušších a chudých stanovištích. Co se týká mladých ploch, tak rovinu (EF) preferovala *Calamagrostis epigejos*, které zároveň vyhovovaly i podmínky na plochách starších a to na dně (IB) a *Taraxacum sec.* Oba druhy vyžadují světlá stanoviště a půdy, které mají dostatek dusíku.

Vrcholy nasypaných vln na starších plochách (IT) preferovaly *Betula pendula*, *Daucus corota*, *Poa nemoralis* a *Salix Juv.* Jsou to spíše nenáročné druhy, nevyžadují pro svůj růst velmi vlhké půdy. Jsou to druhy, které jsou typické pro antropogenně ovlivněná místa. Rostou zde jak traviny, tak už i malé keříčky a stromy. Vrcholy vln na mladých plochách preferovaly (ET) nejvíce dva druhy *Centaurea jacea* a *Hieracium pillosela*. Jednalo se o druhy, které vyžadují slunná místa. Ohledně nároků na vláhu, jsou to rostliny, které snesou i méně vlhčí půdy.

Dna starších ploch (IB) preferovala opět *Calamagrostis epigejos*, *Epilobium sp.* a *Fragaria vesca*. Jedná se o vytrvalé rostliny, kromě *Calamagrostis epigejos* jsou to rostliny spíše nižšího vzrůstu. Obecně se tyto druhy šíří po ploše velmi rychle. *Calamagrostis epigejos* a *Fragaria vesca* vyžadují slunná místa. Dna mladých ploch upřednostňovaly nejvíce *Centaurea jacea*, *Hieracium pillosela*, *Tripleurospermum inodorum* a *Tussilago farfara*. Druhy *Centaurea jacea* a *Hieracium pillosela* zároveň preferovaly i vrchol vlny (ET). Tyto dvě plochy si byly druhově velmi podobné. Zbylé druhy na ploše (EB) jsou spíše nenáročné. *Tripleurospermum inodorum* je brána jako plevelná rostlina a snáší všechny půdní podmínky velmi dobře. *Tussilago farfara* má na rozdíl od *Centaurea jacea* a *Hieracium pillosela* trochu vyšší nároky na vlhkost půdy.

6 Diskuze

Byly porovnávány různé proměnné u rostliny třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*), dále byla sledována pokryvnost určených ploch, druhové složení těchto ploch a faktory, které by mohly charakteristiky rostlin *C. epigejos* a druhové složení ovlivnit.

Spontánní obnovou krajiny a rekultivací se zabývá spousta autorů (Doležalová et al. 2012; Hodačová a Prach 2003; Tropek et al. 2012), shodují se na tom, že sukcese je oproti rekultivaci o mnoho přínosnější. Zvyšuje kvalitu ekosystému a také druhovou diverzitu postižených ploch. Na zkoumaných plochách se vyskytuje i třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), která proces obnovy zpomaluje. Má velmi dobrou schopnost se rychle rozrůstat a vytlačovat ostatní druhy, to popisovalo mnoho jiných autorů (Rebele & Lehmann 2001; Regal & Šindelářová 1970; Prach 2010). Její nejhorší vlastností je vysoká konkurenceschopnost. Jde o rostlinu, která tvoří zapojené porosty a hluboký kořenový systém. Odebírá živiny ostatním druhům, je tedy konkurenceschopná a tvoří velké množství biomasy. Třtina patří mezi expanzní druhy. O těchto druzích můžeme obecně říci, že se jedná o plevele s životní strategií R nebo CR strategií. Prospívají na plochách, které jsou bohaté na živiny. Rozšiřování těchto druhů souvisí také s ruderalizací krajiny (Hájek 2002; Sádlo et al. 2008). Grime et al. (1987) uvádí, že na podobném principu fungují například i chrstice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*), rákos obecný (*Phragmites australis*) nebo kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*).

Z analýzy morfologických adaptací *C. epigejos* vyplynulo, že na starší ploše I rostly rostliny s největším počtem ramet, měly nejvíce květů a největší sumu oddenků. Na mladších plochách E měly rostliny nejširší listy. Topografie má tedy vliv na morfologické vlastnosti *C. epigejos*. Zřejmě zde hrál velkou roli faktor času. Vlivem času se zlepšily podmínky pro růst rostliny a rostlina tak lépe prosperovala. Bohužel tyto výsledky nejsou průkazné, nulové hypotézy byly vyvráceny. Nejspíše z důvodu toho, že bylo velmi malé množství vzorků k analýze. V korelační matici vyšlo několik průkazných hodnot. Vyšly zde 4 pozitivní korelace a 2 negativní. Největší závislost byla nalezena u průměrného počtu ramet a počtu výhonků. Tato závislost vysvětlila skutečnost, že čím více měla rostlina ramet, tím více měla rostlina i výhonů. Druhá nejsilnější závislost byla nalezena u sumy oddenků a počtu ramet. To značí, že čím větší byla suma oddenků na rostlině, tím více měla rostlina ramet. Negativní korelace byla nalezena u závislosti mezi počtem ramet a šířky listu rostliny. Říká nám, že čím více měla rostlina ramet, tím méně měla rostlina méně široké listy. Druhá negativní korelace se týkala počtu oddenků a délky květů. Tato korelace znamená, že čím více měla rostlina oddenků, tím kratší byly květy rostliny. Například Lajpertová (2018) došla ve své diplomové práci k podobným závěrům. Zjistila to, že třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*) v jejím experimentu investovala energii spíše do rozšíření biomasy, vytvořila více ramet a zároveň měla méně široké listy. Gloser & Gloser (1996) zjistili, že se třtina velmi dobře vyrovnává se změnami světelných podmínek a na stinných místech se zvětšila listová plocha. To se ukázalo i na grafu č. 21, kdy měly rostliny na dnech širší listy. Na dnech se předpokládá, že bude méně světla.

Metoda PCA vysvětlila preferenci druhů ohledně typů ploch. Staré rovinné plochy IF upřednostňují tyto druhy: *Hypericum perforatum*, *Tanacetum vulgare*, *Hieracium laevigatum*.

Mladé rovinné plochy (EF) upřednostňují *Calamagrostis epigejos* a *Taraxacum sec. Ruderalia*. Třezalka tečkovaná (*Hypericum perforatum*) se díky lidské činnosti rozšířila například do Ameriky, Austrálie nebo do jižní Afriky (Mártonfi et al. 1996). V mnoha oblastech se velmi rychle šíří a je vedena jako invazivní nebo patří mezi plevelné rostliny. Vyžaduje propustné, zásadité půdy. Snese slunná místa i polostín, což by vysvětlovalo to, že roste na rovinných plochách, kde bylo více slunečního svitu.

Na třezalce se živí hodně druhů hmyzu. U nás jsou to mandelinky rodu *Chrysolina* a housenice pilatky (*Tenthredo amoena*). Najdeme jí obecně na slunných stanovištích, což rovinné plochy splňují (Jupp et al. 1996). Jedná se o vytrvalou bylinu. Dosahuje výšky 60 cm a je velmi statná. Má vstřícné a jednoduché listy, žlutý pravidelný květ a bohaté květenství. Je to léčivá rostlina a využívá se hlavně na léčení depresí nebo úzkostí (Hejný & Slavík 2003).

Další rostlinou nacházející se na této ploše je vratič obecný (*Tanacetum vulgare*). Vyhovují mu sušší a neutrální půdy. Snese plné slunce i polostín. Najdeme ho na okrajích cest, v lomech, výsypkách, obecně na místech ruderalní povahy. Tyto podmínky také splňují rovinné plochy na výsypce. Jacobs (2008) tvrdí, že je i konkurenčně schopná, a možná proto na starší rovině nenajdeme tolik *C. epigejos*. Je to vytrvalá rostlina. Dorůstá až 1,5 m. Oddenek je dřevnatý se střídavými, peřenosečnými listy. Úbory jsou zlaté a uspořádané do chocholičnaté laty. Využívá se jako koření, barvivo nebo jako insekticid (Jirásek 1957).

Druh, který taktéž preferuje spíše roviny na starších plochách (IF), je jestřábník hladký (*Hieracium laevigatum*). Je to proměnlivý druh a jeho vzhled je závislý na podmínkách prostředí, kde se vyskytuje. Roste na světlých doubravách a bučinách, najdeme ho podél cest a železničních násypů, v blízkosti místa těžby. Obecně ho najdeme na slabě kyselých půdách a půdách, které jsou minerálně chudé. Vyskytuje se u nás ve čtrnácti poddruzích, které jsou schválené. Ve střední Evropě je poddruhů více než 160. Jedná se o bylinu, až jeden metr vysokou, která je vytrvalá. Vyrůstá z přízemní růžice, lodyha je olistěná střídavými listy s řapíky. Lodyha je v dolní části chlupatá a zelená, někdy může být ale i lysá. Listy jsou řapíkaté, až 13 cm dlouhé, zubaté. Květní úbory jsou velké až středně velké. Vyrůstají ve volných kotlíkovitých vrcholcích. Květenství má žlutou barvu. Úbor je válcovitý až vejčitý a asi 2,5 cm dlouhý. Má stopky, které jsou chlupaté a porostlé drobnými listeny. V úboru jsou oboupohlavné květy. Plod je hnědá ochmýřená nažka (Mrázek 2013).

Druhy, které dávají přednost rovinám na mladších plochách (EF), jsou třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), kterou najdeme i na starém dně. Podle Pracha et al. (2009) rovinné plochy vedou k její snazší expanzi. Také bude mít na rovinách dostatek slunce, takže na rovinných plochách se jí bude zřejmě dařit více. Třtina má široké spektrum biotopů, jak lesních, tak i nelesních, roste na pasekách, loukách, na březích, dále na antropogenně ovlivněných nebo vytvořených plochách, například jde o vojenská cvičiště, železniční násypy a podobně (Prach & Wade 1992.; Rebele 1996). Preferuje slunná stanoviště a půdy bohaté na dusík. Velmi rychle se šíří a tvoří porosty, které jsou dominantní. Navíc podle Mitrovce et al. (2008) je třtina odolná různým typům zátěže.

Gloser et al. (1996) dále uvádějí, že upřednostňuje kyselé půdy. V České republice roste na celém území. Jde o šedo zelenou travu. Stébla má přímá a vysoká. Může dosahovat výšky až 150 cm. Pochvy listů jsou drsné, čepele celkem široké, ploché. Lata je hustá s drsnými větvičkami. Barva může být od nachově hnědé až po šedou (Rebele & Lehmann 2001).

Ohledně slunného stanoviště a dusíku má stejné nároky i další druh, který se vyskytuje na starších rovinách, a tím je Smetánka lékařská (*Taraxacum sec. Ruderalia*). Roste na světlých a suchých místech. Jedná se o plevelnou bylinu. Je u nás velmi běžná. V prvním roce vyrůstá listová růžice s listy, které jsou různě tvarované, většinou jsou zubaté. Má nápadné žluté květenství – úbor. Ten se později mění v plodenství nažek, které jsou ochmýřené. Dá se využít jako léčivá rostlina. Má léčivé účinky na močové cesty, používá se při ledvinových kamenech, podporuje i trávicí soustavu a pomáhá při zácpě a nechutenství (Sivok 2020).

Mezi druhy, které upřednostňují hlavně dna na starších plochách (IB), patří opět třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Třtině budou tato místa vyhovovat více především díky dusíku a většímu množství vláhy. Navíc zde chybí jakýkoliv management a díky tomu se stává konkurenčně silnou, to také uvádějí i Hejčman et al., 2009; Rebele et al. Lehmann, 2001 a Tůma et al., 2005. Dále tyto plochy preferuje vrbovka (*Epilobium sp.*), která se vyskytuje na spáleništích, jde tedy o antrakofitní druh. Je to taky pionýrský druh. Najdeme ji na ruderalních stanovištích, jako jsou například kraje cest, železniční násypy, lomy a výsypky. Roste spíše na kamenitých, hlinitopísčících nebo hlinitých půdách (Svobodová 2008). Jde o vytrvalou rostlinu, roste maximálně do jednoho metru, je spíše nižšího vzrůstu. U vrbovek je známo i nepohlavní rozmnožování pomocí obnovovacích orgánů – podzemních pupenů. Listy jsou vstřícné a v horní části jsou střídavé. Květy jsou uspořádány do vrcholových hroznů. Jsou čtyřčetné s kališními lístky. Mají růžovou až fialovou barvu (Smejkal 1997).

Dalším druhem je jahodník obecný (*Fragaria vesca*), který má střední nároky na vlhkost půdy, snese plný sluneční svit i polostín. Roste na pasekách, v lesích, stráních. K růstu potřebuje více slunečního svitu. U nás se vyskytuje celkem hojně, výjimku tvoří oblasti hor. Jedná se o vytrvalou, malou bylinu, dorůstá okolo 20 cm. Rozmnožuje se vegetativně – šlahouny, ty pak zakořeňují a vznikají nové rostliny. Díky šlahounům se jahodníku daří velmi rychle se rozrůst po ploše. Listy jsou v přízemní růžici, jsou řapíkaté, pilovitě zubaté. Plodem jsou nažky. Má i léčivé účinky. Využívá se při výrobě čajů, které pomáhají například při zánětu močových cest (Zahradnický naučný slovník 2001).

Dna mladých ploch (EB) preferuje i chrpa luční (*Centaurea jace*). Tento druh vyžaduje světlejší a sušší místa. Je středně náročná na vláhu. Stanoviště, na kterých ji najdeme, jsou neutrální až slabě kyselá. Vyžaduje více živin (Kuchler et al. 1976). Možná právě kvůli vyšší náročnosti na vláhu a živiny ji najdeme na dnech. Jde o vysokou vytrvalou rostlinu, dosahující až 120 cm. Přízemní listy má dlouhé a řapíkaté, lodyžní listy jsou střídavé až přisedlé, celistvé, vejčité až kopinaté. Květy jsou pěticípé, růžové až fialové. Plodem je nažka (Štěpánek & Koutecký 2004).

Další rostlinou je jestřábník chlupáček (*Hieracium pillosela*), který roste na sušších loukách a pastvinách. Najdeme ho i podél cest a v lesích, kam svítí více slunce. Roste na kyselých písčínách a vřesovištích. Obecně potřebuje slunná stanoviště, sušší místa, nevádí mu půdy chudé na živiny. Nemá rád vlhko a stín, což je zvláštní, protože na dnech bude více vlhka a více živin. Je možné, že se sem dostal splachem nebo odnosem půdy, protože i podle grafu je jeho preference těchto typů míst celkem nízká. Dorůstají až 30 cm a nesou jen jeden úbor.

Korunní lístky jsou žluté barvy. Můžou být na okrajích i červeně pruhované. Plodem jsou nažky hnědé až černé barvy. Najdeme ho ve většině Evropy, v Asii nebo i v Severní Americe (Podlech 2002). Druh, který také preferuje dna mladších ploch, je heřmánkovec nevonný (*Tripleurospermum inodorum*). Můžeme ho považovat za plevel. Je velmi konkurenčně silný. Roste spíše na světlých místech, snese ale i mírný stín. Na výživných a úrodných půdách se dobře rozrůstá. Roste na synantropních stanovištích v raně sukcesních stádiích, a to hlavně na výsypkách, které tyto podmínky splňují. Dále roste často na okrajích komunikací nebo na navážkách stavebního materiálu (Kubát 2004). Jedná se o jednoletou bylinu, vysokou až 70 cm. Listy jsou střídavé, jednoduché. Barva květů je bílá nebo žlutá. Doba kvetení je od června do září. Typ květenství je chocholík úborů. Plodem je nažka, která je hnědá (Pladias 2021).

Poslední rostlinou, která preferuje tyto plochy, je podběl lékařský (*Tussilago farfara*). Vyžaduje slunná místa a propustné půdy. Obecně je to nenáročná bylina. Má léčivé schopnosti, konkrétně jsou to protizánětlivé a dezinfekční schopnosti. Je to vytrvalá bylina s podzemními oddenky, ty mohou mít až jeden metr. Lodyha má okolo 15 cm, je tenká se šupinovitými listy a na konci je jeden úbor. Listy jsou jednoduché, v přízemní růžici, a jsou plstnaté z obou stran. Úbory mají žlutou barvu. Šíře úborů je 2-3 cm. Květy jsou trubkovité. Plodem je ochmýřená nažka (Slavík & Štěpánková 2011).

Vrcholy nasypných vln na starších plochách (IT) preferují semenáčky vrby. Jsou to stálezelené nebo opadavé stromy a keříčky a keře. Listy mají charakteristické zuby. Žilnatina listů je dlanitá nebo i zpeřená. Plod je tobolka. Vrby rostou nejčastěji v okolí břehů, podél toků, okolo rybníků nebo na vlhkých loukách. Vrby lze využít ke zpevnění břehů (Slavík & Štěpánková 2011).

Tento typ ploch preferuje i bříza bělokorá (*Betula pendula*). Je to nenáročná dřevina, používá se do narušených míst jako pionýrská dřevina. Používá se hojně i v rekultivacích. Využívá se na volné plochy, jako jsou paseky, antropogenně ovlivněná území nebo na místa, která byla narušena požárem. Velmi rychle roste a je plodná již v nízkém věku. Je nenáročná na půdní vláhu, ale vyžaduje dostatek světla (Zahradník 2014). Je to až 25 metrů vysoký strom s hladkou, žlutou až červenohnědou borkou. V České republice je velmi rozšířená v lesích, parcích i zahradách. Je to velmi rozšířená dřevina v celé Evropě. Byla zavlečena i do Severní Ameriky (Rak 2007). Prach et al. (2009) říkají, že se na výsypkách dobře uchycují dřeviny. Prach také jmenuje břízu bělokorou (*Betula pendula*) a některé druhy vrb. Obě dvě se objevují i na zkoumaných plochách. Prach (2006) dále tvrdí, že tyto druhy se objevují na členitějších plochách. Ty představují nasypné vlny, kde bříza i semenáčky vrby preferovaly vrcholy těchto vln. Dále tento typ ploch preferovala i lipnice hajní (*Poa nemoralis*). Jde o nenáročnou a stínomilnou travu. Najdeme ji na vlhkých místech bohatých na dusík. Je to indikátor čerstvé, vzdušné a neutrální půdy. Nezvládá moc dobře sešlapávání a při častých sečích ustupuje. Není vhodná pro vytvoření hezkého a kvalitního trávníku. Vyskytuje se hojně v celé Evropě a v České republice ji najdeme jak v nížinách, tak i na horách. Většinou v lesích, v křovinách nebo pasekách. Jedná se o trsnatou a víceletou travu. Dorůstá výšky až 80 cm. Plodem je obilka, která je zašpičatělá (Grau 2002).

Posledním druhem je mrkev obecná (*Daucus corota*). Roste na všech půdách od nížin až po horské oblasti. Najdeme ji jak na suchých mezích, podél cest, loukách, pastvinách i na zatrávněných plochách. Snese plné slunce i polostín. Roste na oblastech, které jsou ovlivněné

člověkem. Není náročná ani na klima (Deyl 1964). V České republice je velmi rozšířená. Tato dvouletá bylina vytváří v prvním roce růžici měkkých listů a zásobní kořen.

Ve druhém roce tvoří rozvětvenou lodyhu, vysokou až 70 cm (Slavík & Štěpánková 2011). Květy jsou bílé. Plodem je nepukavá dvounažka, ta se rozpadá na žabernaté nažky s háčkovitými ostny (Růžičková et al. 2013). Chrpa luční (*Centaurea jace*) více preferovala vrcholy vln na mladých plochách (ET) než dna (EB). Tato plocha jí bude vyhovovat kvůli dostatečnému množství slunečního svitu. To samé platí pro jestřábník chlupáček (*Hieracium pillosela*), kterému by podle jeho nároků měly vyhovovat právě světlá a sušší místa.

Potvrdilo se zde to, co tvrdí Prach et al. (2009). Prach říká, že na výsypkách se uchycují spíše vytrvalejší druhy, jako je například podběl lékařský (*Tussilago farfara*), a také druhy ruderální.

Složení rostlinných společenstev se mezi plochami lišilo. Bylo to dané tím, jak staré byly plochy. Ukázalo se, že na starších plochách bylo více rostlinných druhů, než na těch mladých plochách. Vliv topografie byl zde prokázán. Například na dně vln by se dala předpokládat větší koncentrace živin, vody a třeba méně slunce pro rostoucí rostliny. Na vrcholu vln by bylo více slunečního svitu, ale méně živin a vody, které se přirozeně přenesly do dna. Podle nároků potenciálních rostlin by se dalo předurčit druhové složení. Nároky nalezených rostlin jsou až na pár výjimek spíše nižší a nijak specifické. Rostliny měly stejné nároky na množství slunečního svitu. Většina z nich snesla plné slunce a polostín. Velká část druhů z nalezených rostlin měla schopnost rychle se rozrůstat a některé patřily k pionýrským rostlinám. Některé druhy, které vyžadují více slunečního svitu, preferovaly i na dna. Na těchto místech je svitu méně. Toto bylo zřejmě zapříčiněno splachem nebo odnosem semen do dolíku. Bylo zjištěno, že roviny preferovalo obecně méně druhů než na dna a vrcholy vln. Nasypané vlny jsou více podobné přirozenému terénu a mají lepší vliv na následný proces přirozené sukcese. K tomuto výsledku dospěl i Veselý (2012) ve své práci. Došel k závěru, že čím starší plocha, kde probíhá sukcese, bude, tím větší bude mít druhovou diversitu.

Mezi faktory, které ovlivňovaly druhové složení, patřil čas (stáří plochy). Na obrázku č. 24 je vidět, že starší plochy spějí již k lesnímu společenstvu a jsou i druhově bohatší. Dle Kenta (1982) má na vývoj vegetace vliv i řada půdních vlastností. Na výsypkách bývá problém se zásobením vodou, což vysvětluje, že se na zkoumaných plochách vyskytují rostliny spíše s nižšími až středními nátoky na vláhu. Dalším vlivem může být pH půdy, dle Walker a Del Moral (2003) dochází díky sukcesy k postupnému posunu pH z neutrálních do kyselých hodnot. To vyhovuje například *Hieracium laevigatum*, *Centaurea jace* nebo *Hieracium pillosela*. Dalším faktorem je i topografické rozložení, zda se jedná o dno, vrchol vlny nebo rovinnou plochu, kde jsou jiné podmínky pro růst než na dně nebo vrcholu vlny. Faktorem může být podle Fialy et al. (2011) i pokryvnost *Calamagrostis epigejos*, která vytlačuje ostatní druhy. Dle Holuba et al. (2012) hraje u třtiny významnou roli v její expanzi také dusík. Jestliže má dostatek dusíku, začíná se stávat dominantním druhem. Toto platí i o fosforu (Hejzman et al. 2010; Suss et al. 2004).

Bylo by velmi zajímavé provést tuto studii s více vzorky a v různých obdobích. Nebo jí provést znovu na stejných místech s větším časovým odstupem a porovnat vývoj na plochách.

7 Závěr

Těžba nerostných surovin má na Sokolovsku dlouholetou tradici. Jedná se hlavně o těžbu hnědého uhlí. V této lokalitě je těžba prováděna povrchoвым způsobem, kdy se odtěží vrchní vrstva a odkryje se ložisko, které se následně celé vytěží. Tím vznikají v okolní krajině velké změny. Důsledky této lidské činnosti jsou na Sokolovsku velmi výrazné. Při těžbě hnědého uhlí vznikají výsypky a právě těmi se zabývá tato práce. Výsypky jsou velmi problematické z hlediska přirozené obnovy a rekultivace. Důležité je zvolit vhodný typ obnovy. Úspěch je pro krajinu a organismy o mnoho přínosnější. Plocha postižená těžbou může sloužit jako útočiště pro vzácné druhy, má lepší druhové složení, které je i více podobné tomu původnímu. Nežádoucí je na těchto plochách růst expanzní třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*), která brzdí následnou sukcesí a potlačuje ostatní druhy, což je shrnuto v této práci.

Na Velké podkrušnohorské výsypce se nacházejí plochy zarovnané i zvlněné. Urovnané plochy představují příležitost k expanzi třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Z těchto ploch se vybraly reprezentativní plošky a udělaly se fytoecologické snímky, které informují o pokryvnosti a druhovém složení plošek. Plošky byly následně rozděleny, popsány a analyzovány. K vyhodnocení výsledků byly použity programy STATISTICA 13 a Canoco 5. Výsledky vysvětlily závislosti různých proměnných již zmíněné *Calamagrostis epigejos*. Dále se zkoumalo druhové složení na různých plochách a to, jaké faktory mají na složení vliv. Druhové složení bylo porovnáno podle stáří ploch i podle topografie. Společenstva preferující tento typ ploch se ukázala jako méně náročná. Některé druhy patří mezi ruderalní, snadno se rozrůstající a zpomalující proces sukcese na narušených lokalitách. Ukázalo se, že starší plochy již spějí k lesnímu společenstvu. Výsledky morfologické adaptace třtiny vyšly jako neprůkazné nulové hypotézy, proto byly zamítnuty. Přesto byly zjištěny v korelační tabulce i průkazné závislosti určitých charakteristik rostlin. Bylo by dobré průzkum zopakovat s více vzorky, aby bylo statistické vyhodnocení více průkazné.

8 Literatura

- Aiken SG, Dore WG, Lefkovitch LP, Armstrong KC. 1989. *Calamagrostis epigejos* in North America, especially Ontario. Canadian Journal of Botany **67**:3205-3218.
- Bejček V, Tyrner P. 1977. Primary succession and species diversity of avian communities on spoil banks after surface mining of lignite in the Most basin (North-Western Bohemia). Folia Zool. **29**:67-77.
- Bouška V. 1977. Geochemie uhlí. Academia, Praha.
- Bradshaw A. 1997. Restoration of mined lands – using natural processes. Ecological engineering **8**:255-269
- Deyl M. 1964. Plevelle polí a zahrad. Nakladatelství československé akademie věd, Praha.
- Dimitrovský K. 2001. Tvorba nové krajiny na Sokolovsku. Sokolovská uhelná a.s., Sokolov.
- Doležalová J., Vojar J., Solský M., Smolová D., Kopecký O. 2012. Technical reclamation and spontaneous succession produce different water habitats: A case study from Czech post-mining sites. Ecological Engineering **43**: 5-12.
- Dopita M, Havlena V, Pešek J. 1985. Ložiska fosilních paliv. SNTL, Praha.
- Fejčíková K. 2009. Historie a současnost těžby nerostných surovin na Sokolovsku. [BSc. Thesis]. Univerzita Palackého, Olomouc.
- Fiala K, Tůma I, Holub P. 2011. Effect of nitrogen addition and drought on above-ground biomass of expanding tall grasses *Calamagrostis epigejos* and *Arrhenatherum elatius*. Biologia, **66**: 275–281.
- Forman RTT. 1993. Krajinná ekologie. Academia nakladatelství, Praha.
- Frouz J, Nováková A. 2005. Development of soil microbial properties in topsoil layer during spontaneous succession in heaps after brown coal mining in relation to humus microstructure development. Geoderma **129**:54-64.
- Frouz J, Prach K, Pižl V, Háněl L, Starý J, Tajovský K, Materna J, Balík V, Kalčík J, Řehouňková K. 2007. Interactions between soil development, vegetation and soil fauna during spontaneous succession in post mining sites, European Journal of Soil Biology **44**:109-121.
- Frouz, J. 2008. The effect of litter type and macrofauna community on litter decomposition and organic matter accumulation in post- mining sites. Biologia 63: 249– 253.
- 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, Vobořilová V, Janoušová I, Kadochová Š, Matějčík L. 2015. Spontaneous establishment of late successional tree species English oak (*Quercus robur*) and European beech (*Fagus sylvatica*) at reclaimed alder plantation and unreclaimed post mining sites. Ecological Engineering **77**:1-8.

- Frouz J, Toyota A, Mudrak O, Jilkova V, Filipova A, Cajthaml T. 2016. Effect of soil substrate quality, microbial diversity and community composition on the plant community during primary succession, *Soil Biology & Biochemistry* **99**: 75-84.
- Gloser V, Gloser J. 1996. Acclimation capability of *Calamagrostis epigejos* and *C. arundinaceo* changes in radiotioion enviroment. *Photosynthetica* **32**:203-212.
- Gloser V, Scheurwater I, Lamberst H. 1996. theinteractive effect irradiance and source of nitrogen on growth and root respiration of *Calamagrostis epigejos*. *New Phytologist*. **134**:407-415.
- Grau J. 2002. Travy: lipnicovite, ˇachorovite, sitinovite a rostliny podobne travam Evropy. Ikar, Praha.
- Gremlica T. 2013. Industrialnı krajina a jeı prırozena obnova: pravnı vychodiska a rekultivacnı metodika oblastı narušenych težbou. Novela bohemika, Praha.
- Grime JP, Hodgson JG, Hunt R. 1987. Comparative plant ecology. A funtional approach to sommon British species. Unwin Hymac, London.
- Hajek P. 2002. Landscape from the Inside Mala skala, Prague.
- Hejzman M, Klaudisova M, Hejzmanova P, Pavlu V, Jones M. 2009. Expansion of *Calamagrostis villosa* in sub-alpine *Nardus stricta* grassland: Cessation of cutting management or high nitrogen deposition? *Agriculture, Ecosystems & Environment* **129**: 91-96.
- Hejzman M, ˇeškova M, Schellberg J, Patzold S. 2010. The Rengen grassland experiment: Effect of soil chemical properties on biomass production, plant species composition and species richness. *Folia Geobotanica* **45**:125-142.
- Hejny S, Slavık B. 2003. Kvetena ˇeškove republiky. Academia, Praha.
- Hodacova D, Prach K. 2002. Spoil heaps from brown coal mining: technical reclamation vs. spontaneous re-vegetation. *Restor. Ecol.* **11**: 385-391.
- Hodacova D., Prach K. 2003. Spoil Heaps From Brown Coal Mining: Technical Reclamation Versus Spontaneous Revegetation. *Restoration Ecology* **11**: 385-391.
- Holub P, Tuma I, Fiala K. 2012. The effect of nitrogen addition on biomass production and competition in three expansive tall grasses. *Environmental Pollution* **170**:211-216.
- Chlupac I, Brzobohaty R., Kovanda J, Stranık Z. 2002. Geologicka minulost ˇeškove republiky. Academia, Praha.
- Jacobs J. 2008. Ecology and management of common tansy (*Tanacetum vulgare L.*). Invasive Species Technical Note MT-18 U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Montana.
- Janauer V. 1995. Novinka v ochrane proti plevelum a buřenı. *Lesnicka prace* **74**:26.
- Jirasek V. 1957. Naše jedovate rostliny. ˇeškoslovenska akademie ved, Praha.

- Jiskra J. 1993. Z historie uhelného hornictví na Sokolovsku, Chebsku a Karlovarsku. S. n, Sokolov.
- Jupp PV, Cullen JM. 1996. Expected and observed effects of the mite *Aculus hyperici* on St John's wort, *Hypericum perforatum* in Australia. Pages 365-370 in Moran VC, Hoffmann JH et al. Proceedings of the IX international symposium on biological control of weeds. University of Cape Town, South Africa.
- Jůva K et al. 1978. Pozemkové úpravy. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Kent M. 1982. Plant growth problems in colliery spoil reclamation – a review. *Applied Geography* **2**:83-107
- Kubát K. 2004. Rod *Tripleurospermum* Schultz Bip. Page 7 in Slavík B. & Štěpánková J. Květena České republiky. Academia, Praha.
- Kuchler AW, Mueller-Dombois D, Ellenberg H. 1976. Aims and Methods of Vegetation Ecology. *Geographical Review*.
- Lajpertová L. 2018. Expanze *Calamagrostis epigejos* na nově uvolněné plochy. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Lepš J, Šmilauer P. 2016. Biostatistika. České Budějovice. Episteme.
- Mártonfi P et al. 1996. Apomixis and hybridity in *Hypericum perforatum*. *Folia Geobot. Phytotax.* **31**:389-396
- Mergl J, Zezula A. 1984. Lesnická botanika. SZN, Praha.
- Mergl M, Vohradský O. 2000 Vycházky za geologickými zajímavostmi Plzně a okolí. Koura, Plzeň.
- Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR: Těžba nerostných surovin v České republice v letech 2014-2018 a nástin budoucích těžeb Hu a Ču
- Mitrović M, Pavlović P, Lakusić D, Djurdjević L, Stevanović B, Kostić O, Gajić G. 2008. The potential of *Festuca rubra* and *Calamagrostis epigejos* for the revegetation of fly ash deposits. *The Science of the total environment* **407**:338-47.
- Mudrák O, Frouz J, Velichová V. 2010. Understory vegetation in reclaimed and unreclaimed post-mining forest stands. *Ecological Engineering* **36**: 783-790.
- Mudrák O, Doležal J, Frouz J. 2016. Initial species composition predicts the progress in the spontaneous succession on post-mining sites, *Ecological Engineering* **95**: 665-670.
- Neužil M. 1997. Vliv tepelných elektráren na životní prostředí. MŽP ve spolupráci s Centrem EIA ČEÚ, Praha.
- Pešek J et al. 2010. Terciérní pánve a ložiska hnědého uhlí České republiky, Česká geologická služba, Praha.
- Podlech D. 2002. Naše léčivé rostliny. Slovart, Praha.
- Politika územního rozvoje ČR, 2006
- Polívka F. 1902. Názorná květena zemí koruny české. R. Promberger, Olomouc.

- Prach K. 1987. Succession of vegetation on dumps from strip coal mining, N. W. Bohemia, Czechoslovakia. *Folia Geobot. Phytotax.* **22**:339-354.
- Prach K, Wade PM. 1992. Population characteristics of expansive perennial herbs. *Preslia* **64**:45-51.
- Prach K. 2006. Příroda pracuje zadarmo. *Vesmír* **85**: 272-277.
- Prach K, Hobbs RJ. 2008. Spontaneous succession versus technical reclamation in the restoration of disturbed sites. *Restoration Ecology* **16**:363-366.
- Prach K et al. 2009. Ekologie obnovy narušených míst II. Místa narušená těžbou surovin. *Živa*. **2**:68-72.
- Prach K. et al. 2009. Ekologie obnovy narušených míst I. Obecné principy. *Živa* **1**: 22-24.
- Prach K. 2010. Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, České Budějovice.
- Prach K. 2014. Vegetation development in Central European coal mining sites. Pages 39-51 in Frouz, J et al. *Soil Biota and Ecosystem Development in PostMining Sites*. CRC Press, Boca Raton.
- Pruchniewicz D. 2017. Abandonment of traditionally managed mesic mountain meadows affects plant species composition and diversity. *Basic and Applied Ecology* **20**:10-18.
- Rebele F. 1996. *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth on anthropogenic sites - a review. Pages 753-763 in Pfadenhauer, J et al. *Verhandlungen Der Gesellschaft Für Ökologie*. Gesell Okol, Dresden, Germany.
- Rebele F, Lehmann C. 2001. Biological flora of Central Europe: *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth. *Flora*. Bd. **196**:325-344.
- Regal V, Šindelářová J. 1970. Atlas nejdůležitějších trav. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Rojík P. 2015. Geologie a nerostné zdroje Karlovarského kraje. Karlovarský kraj, Karlovy Vary.
- Růžičková G. et al. 2013. Léčivé a kořeninové rostliny z čeledi miříkovité. Vydavatelství Ing. Petr Bašan, Olomouc.
- Řehounek J, Řehouňková K, Prach K. 2010: Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, České Budějovice
- Sádlo J, Pokorný P., Hájek, P, Dreslerová D. 2008. *The Landscape and Revolution*. Malá skála, Prague.
- Schulz F, Wiegand G. 2000. Development options of natural habitats in a post-mining landscape. *Land Degradation & Development* **11**: 99-110.
- Sivok P. 2020. Pampeliška lékařská: plevel s významnými léčivými účinky.
- Slavík B, Štěpánková J. 2011. *Květena České republiky*. Academia, Praha.
- Smejkal M. 1997. *Květena České republiky* 5. Academia, Praha.

- Smolík D, Dirner V. 2010. Význam rekultivace jako proces obnovy narušené biosféry. Vysoká škola Báňská, Ostrava.
- Somodi I, Viragh K, Podani J. 2008. The effect of the expansion of the clonal grass *Calamagrostis epigejos* on the species turnover of a semi-arid grassland. *Applied Vegetation Science* **11**:187-192.
- Suss K, Storm C, Zehm A, Schwabe A. 2004. Succession in inland sand ecosystems: Which factors determine the occurrence of the tall grass species *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth and *Stipa capillata* L.? *Plant Biology* **6**:465-476.
- Svobodová I. 2008. Vrbka (vrbovka) úzkolistá (*Epilobium angustifolium*)
- Šmilauer P.; Lepš J. 2014. Multivariate Analysis of Ecological Data Using CANOCO 5; 2nd ed.; Cambridge University Press: Cambridge. ISBN 978-1-107-69440-8.
- Štěpánek J, Koutecký P. 2004. Centaurea L. chrpina, chrpa; in Slavík B, Štěpánková J. Květena České republiky. Academia, Praha
- Štýs S. 1981. Krajina a člověk; in Štýs, S et al. Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. Státní nakladatelství technické literatury, Praha.
- Štýs S, Helešicová L. 1992. Proměny měsíční krajiny. Nakladatelství Bílý slon, Praha.
- Štýs S, Bízková R, Ritschelová I. 2014. Proměny severozápadu. Český statistický úřad, Praha.
- Tropek R, Kadlec T, Hejda M, Kocarek P, Skuhrovec J, Malenovsky I, Vodka S, Spitzer L, Banar P, Konvicka M. 2012. Technical reclamations are wasting the conservation potential of post-mining sites. A case study of black coal spoil dumps. *Ecological Engineering* **43**:13-18.
- Tůma I, Holub P, Fiala K. 2005. Competitive balance and nitrogen losses from three grass species (*Arrhenatherum elatius*, *Calamagrostis epigejos*, *Festuca ovina*). *Biologia* **60**:417-422.
- Veselý M. 2012. Sukcese vegetace a vývoj půd na výsypkách po těžbě hnědého uhlí. Univerzita Karlova v Praze, Praha.
- Vojar J. 2006. Colonization of post-mining landscapes by Amphibians: a review. – *Scientia Agriculturae Bohemica* **37**: 35-40.
- Walker LR, Del Moral R. 2003. Primary succession and Ecosystem rehabilitation. Cambridge University Press, Cambridge.
- Wiegand G, Felinks B. 2001. Primary succession in post-mining landscapes of Lower Lusatia — chance or necessity. *Ecol. Eng.* **17**:199-217.
- Young TP. 2000. Restoration ecology and conservation biology. *Biological Conservation* **92**:73-83.
- Zahradnický slovník naučný. 2001. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. ISBN 80-85120-62-3.

Zahradník P. 2014. Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce.

Internetové zdroje:

Available from http://www.casopisstavebnictvi.cz/velkerekultivacni-stavby-v-primestskecasti-mest-a-obcisokolovska_N3721

Budín J. 2015. Těžba a spotřeba hnědého uhlí v České republice. Available from <https://oenergetice.cz/teplarenstvi/tezba-a-spotreba-uhli-v-ceske-republice>

ČTK. 2020. Hnědého uhlí k vytěžení v Česku ubývá, za limity se zatím netěží. Česká tisková kancelář, Praha. Available from www.ceskenoviny.cz/zpravy/hnedeho-uhli-k-vytezeni-v-cesku-ubyva-za-limity-se-zatim-netezi/1947404 (accessed December 2020).

Energy Charter Secretariat. 2010. Putting a price on energy: International coal pricing. Energy Charter Secretariat, Brussels. Available from https://energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/Thematic/Coal_Study_2010_en.pdf (accessed December 2020).

Gremlica T. et al. 2011. "Rekultivace a management nepřírodních biotopů v České republice". Závěrečná zpráva. [cited on 3th Feb 2014]. Available online at: http://ekopolitika.cz/images/stories/obnova%20krajiny/Zaverecna_zprava_2007-2011%28prosinec%202011%29.pdf.

International Energy Charter. 2017. International energy charter annual report. Available from https://www.energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/AR/AR_2017.pdf

Janko Michal. 2016. TOP 10 atrakcí z bývalých dolů. Available from [http://TOP 10 atrakcí z bývalých dolů](http://TOP%2010%20atrakci%20z%20byvalych%20doluh) Michal Janko 2016.

Leigebt J. Velké rekultivační stavby v příměstské části měst a obcí Sokolovska. Časopis stavebnictví. 2009. roč.: 08/10.

Michalcová D. 2010. Co je to fytoocenologický snímek. Available from [Živa.avcr.cz](http://ziva.avcr.cz)

MPO. 2020. Ministerstvo průmyslu a obchodu. Ministerstvo průmyslu a obchodu, Praha. Available from <https://www.mpo.cz/> (accessed October 2020).

Mrázek T. 2013. Jestřábník hladký. O. s. Přírodovědná společnost. Available from www.BOTANY.cz

OKD, a.s. 2012. Uhlí - tradiční zdroj energie. Available from www.okd.cz/cs/tezimeuhli/uhli-tradicni-zdroj-energie

Pavlíček V. 2006. Vliv těžby nerostných surovin na horninové prostředí. Available from <http://sipek.roklinka.cz/file/14>.

Pladias. 2021. Pladias: databáze české flóry a vegetace. Pladis. Available from www.pladias.cz (accessed November 2020).

Průcha J. 2014. Northumberlandia – rekultivace jinak. pHmedia Czech Republic, s.r.o., Praha. Available from <https://iuhli.cz/northumberlandia-rekultivace-jinak/> (accessed November 2020).

Rak L. 2007. *Betula pendula* Roth – bříza bělokorá. Available from: www.botany.cz; 2007-2019

Sokolovská uhelná. 2020. Historie. Sokolovská uhelná, Sokolov. Available from www.suas.cz/spolecnost/historie (accessed December 2020).

WCA, 2013. Coal Statistics. World Coal Association. Available from www.worldcoal.org/resources/coal-statistic

World Coal Assosiation. 2017. Building modern societies.WCA. World Coal Association.

Zprávy o hospodaření z let 2005 a 2009 – Sokolovská uhelná. Available from https://www.suas.cz/images/dokumenty/13935888694c0fe11c33e41_SU_Zprava_o_hospodareni_za_rok_2009.pdf

Citované zákony, vyhlášky a usnesení:

Usnesení vlády ČR ze dne 10. září 2008 č. 1176.

Vyhláška č. 149/1970 Sb. o poskytování náborových příspěvků a jiných výhod doosídlencům v sokolovské oblasti

Vyhláška č. 271/2019 Sb. o stanovení postupů k zajištění ochrany zemědělského půdního fondu

Vyhláška č. 435/1992 Sb. o důlně měřické dokumentaci při hornické činnosti a některých činnostech prováděných hornickým způsobem

Vyhláška č. 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území

Vyhláška ČBÚ č. 104/1988 Sb., o racionálním využívání výhradních ložisek, o povolování a ohlašování hornické činnosti a ohlašování činnosti prováděné hornickým způsobem, ve znění pozdějších předpisů

Vyhláška č. 590/2002 Sb., o technických požadavcích pro vodní díla

Zákon č. 157/2009 Sb. o nakládání s těžebním odpadem a o změně některých zákonů

Zákon č. 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu

Zákon č. 44/1988 Sb. o ochraně a využití nerostného bohatství

Zákon ČNR č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách.