

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2020

Bc. Petra Palíková

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
Katedra biotechnických úprav krajiny

Sukcese mokřadní vegetace na hnědouhelných výsypkách
Succession of wetland vegetation on brown coal spoil heaps

DIPLOMOVÁ PRÁCE

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

Diplomant: Bc. Petra Palíková

2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Petra Palíková

Inženýrská ekologie
Ochrana přírody

Název práce

Sukcese mokřadní vegetace na hnědouhelných výsypkách

Název anglicky

Succession of wetland vegetation on brown coal spoil heaps

Cíle práce

Cílem této práce je popsat a porovnat osídlení vegetací mokřadních stanovišť bývalého lomového území po těžbě hnědého uhlí na Sokolovsku, tzn. provést inventarizaci jednotlivých druhů, zjistit jejich procentuální zastoupení, výskyt vzácných a ohrožených druhů rostlin, odhadnout celkovou půdo-pokryvnost. Dále pak vzájemně porovnat diverzitu vegetace sledovaného území: hydrické rekultivace a vodní plochy vzniklé přirozenou sukcesí na nerektivovaném území na samotné ploše výsypky a mokřadní stanoviště vzniklá u paty výsypky.

Cílem tohoto průzkumu je též porovnat autoregulační schopnost posttěžební krajiny s krajinou náročně rekultivovanou z hlediska její botanické diverzity.

Metodika

1. Vybrat 12 mokřadních lokalit na území po těžbě hnědého uhlí: 4 hydrické rekultivace, 4 vodní plochy vzniklé přirozenou sukcesí, 4 vzniklé u paty výsypky.
2. Zhotovit fytoocenologické snímky vegetace zvolených stanovišť
3. Porovnat strukturu vegetace jednotlivých stanovišť
4. Porovnat botanickou diverzitu podle vzniku vodní plochy (zejména efekt managementu a stáří)

Doporučený rozsah práce

45 stran

Klíčová slova

Rekultivace, revitalizace, hydrická, voda, obnova biotopů, diverzita, fytoocenologie

Doporučené zdroje informací

- Harabiš, F., Tichanek, F., & Tropek, R. (2013). Dragonflies of freshwater pools in lignite spoil heaps: Restoration management, habitat structure and conservation value. *Ecological Engineering*, 55, 51-61.
- PEŠOUT, P. – JONGEPIEROVÁ, I. – PRACH, K. *Ekologická obnova v České republice II*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2018. ISBN 978-80-88076-83-4.
- Prach, K., Lencová, K., Řehounková, K., Dvořáková, H., Jírová, A., Konvalinková, P., ... & Trnková, R. (2013). Spontaneous vegetation succession at different central European mining sites: a comparison across seres. *Environmental Science and Pollution Research*, 20(11), 7680-7685.
- Rooney, R. C., & Bayley, S. E. (2011). Setting reclamation targets and evaluating progress: submersed aquatic vegetation in natural and post-oil sands mining wetlands in Alberta, Canada. *Ecological Engineering*, 37(4), 569-579.
- TROPEK, R. – ŘEHOUNEK, J. – ŘEHOUNKOVÁ, K. – PRACH, K. – JIHOČESKÁ UNIVERZITA. PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA. *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi*. České Budějovice: Calla, 2015. ISBN 978-80-87267-13-4.
-

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Markéta Hendrychová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra biotechnických úprav krajiny

Konzultant

Ing. Martin Berka

Elektronicky schváleno dne 30. 3. 2020

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 3. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 31. 03. 2020

Prohlášení autora:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: **Sukcese mokřadní vegetace na hnědouhelných výsypkách** vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji diplomovou závěrečnou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Dolním Rychnově, 24.června 2020

.....

Bc. Petra Palíková

Abstrakt:

Cílem této práce je popsat osídlení vegetací mokřadních stanovišť hnědouhelných výsypek bývalého lomového území po těžbě hnědého uhlí na Sokolovsku a vzájemně porovnat diverzitu vegetace 12 vybraných mokřadů: 4 hydrické rekultivace, 4 vodní plochy vzniklé přirozenou sukcesí na nerekultivovaném území na samotné ploše výsypky a 4 mokřadní stanoviště vzniklá u paty výsypky.

Hlavní práce v terénu probíhala od konce června 2019 do června 2020. Průběžně byly údaje zpracovávány do fytoocenologických snímků břehové vegetace a vegetace hladiny, včetně zaznamenání jejich procentuálního zastoupení a celkové pokryvnosti. Ke srovnání botanické rozmanitosti byl použit Hillův index diverzity. Mechové patro nebylo součástí průzkumu. V říjnu 2019 proběhl odběr vzorků vody (Al, $\text{SO}_4^{\text{II-}}$, Mn, Fe a CHSK) s měřením pH, teploty a vodivosti. K porovnání jednotlivých ploch pro zjištění zásadních environmentálních faktorů byly použity regresní grafy se spojnicí trendů lineární prognózy (Word) a korekčním koeficientem pro stanovení závislosti.

Dle vzniku vodní plochy jsou druhově nejzajímavější mokřady vzniklé spontánně u paty výsypky. Pro diverzitu veškeré vegetace břehů, zahrnující i synantropní a invazní druhy, se jeví zásadním obsah **Fe a Al**, pro pokryvnost břehů mokřadními druhy především **$\text{SO}_4^{\text{II-}}$, vodivost, Al a stáří mokřadu**. Významnými faktory s vlivem na diverzitu druhů a pokryvnost hladiny jsou **$\text{SO}_4^{\text{II-}}$, vodivost, hloubka a průhlednost vody**, v menší míře **Fe**. Vegetaci limituje výrazně **nízké pH**. Naopak žádný vliv nebyl zjištěn u Mn.

Klíčová slova:

Rekultivace, revitalizace, hydrická, voda, obnova biotopů, diverzita, fytoocenologie

Abstract:

The aim of this work is to describe the settlement of vegetation of wetland habitats of brown coal hopper of the former quarry area after brown coal mining in Sokolovsko and compare the vegetation diversity of 12 selected wetlands: 4 hydric reclamation, 4 water areas created by natural succession in uncultivated land and 4 water features formed at the foot of the hopper.

The main field work took place from the end of June 2019 to June 2020. Data were continuously processed into phytocenological images of bank vegetation and surface vegetation, including recording of their percentage and total cover. The Hill Diversity Index was used to compare botanical diversity. The moss floor was not part of the survey. In October 2019, water (Al, $\text{SO}_4^{\text{II-}}$, Mn, Fe and COD) was sampled with pH, temperature and conductivity measurements. Regression graphs with a linear forecast trend line (Word) and a correction factor for determining the dependence were used to compare individual areas for the determination of fundamental environmental factors.

According to the origin of the water surface, the most interesting species are wetlands created spontaneously at the foot of the dump. For the diversity of all vegetation of the banks, including synanthropic and invasive species, the content of Fe and Al seems to be essential, for the cover of the banks by wetland species mainly $\text{SO}_4^{\text{II-}}$, conductivity, Al and the age of the wetland. Significant factors affecting species diversity and water cover are $\text{SO}_4^{\text{II-}}$, conductivity, depth and transparency of water, to a lesser extent Fe. The vegetation is limited by a significantly low pH. On the contrary, no effect was found for Mn.

Keywords:

Reclamation, revitalization, hydric water, habitat restoration, diversity, phytocenology

Poděkování:

Patří mým blízkým za trpělivost a spolupráci, Ing. Markétě Hendrychové Ph.D. za cenné rady a vedení, Janu Rážovi za pomoc s výběrem vhodných lokalit.

Obsah

1	Úvod	10
2	Cíle práce	10
3	Základní pojmy	11
4	Metodika	12
4.1	Volba lokalit	12
4.2	Terénní observace	12
4.3	Zpracování dat a statistické analýzy	13
5	Literární rešerše.....	14
5.1	Obnova krajiny po těžbě.....	14
5.2	Voda v post-těžní krajině.....	20
5.3	Význam mokřadů v krajině	21
5.4	Chemismus vod post-těžebních oblastí	21
5.5	Mokřadní vegetace.....	22
5.6	Faktory ovlivňující vývoj vegetace	23
5.6.1	Klima a mikroklima	23
5.6.2	Půda.....	24
5.6.3	Biotické vlivy	24
5.7	Druhová rozmanitost	25
6	Charakteristika studijního území	26
6.1	Geologie Sokolovské pánve	26
6.2	Hornická činnost v Sokolovské pánvi	30
6.3	Faktory ovlivňující vývoj prostředí na sokolovských výsypkách .	31
6.3.1	Klimatické podmínky	31
6.3.2	Mikroklima.....	32
6.3.3	Hydrické poměry.....	33
6.3.4	Půdní podmínky	34
6.3.5	Biotické vlivy	34
6.4	Studované výsypky.....	34
6.4.1	VPV – Velká podkrušnohorská výsypka	35
6.4.2	Medard-Libík	36
6.4.3	Silvestr	37

6.4.4	Lítov	39
6.5	Studované vodní plochy	39
6.5.1	Plochy vzniklé přirozenou sukcesí při patě výsypky (P)	42
6.5.2	Plochy vybudované při hydrické rekultivaci výsypky (R).....	46
6.5.3	Plochy vzniklé přirozenou sukcesí na nerektivované ploše výsypky (S) 49	
7	Výsledky práce	52
7.1	Plochy vzniklé přirozenou sukcesí při patě výsypky (P)	52
	Na všech sledovaných plochách při patě výsypky bylo zjištěno celkem 138 rostlinných druhů, z toho 2 na červeném seznamu a 1 invazní.	53
7.1.1	P1 – VPV – Vránov	53
7.1.2	P2 – VPV – Satr	53
7.1.3	P3 – Lítov – Labutě.....	54
7.1.4	P4 – Silvestr – Golf	54
7.2	Plochy vybudované při hydrické rekultivaci výsypky (R).....	55
7.2.1	R1 – Medard-Libík – Bukovany	55
7.2.2	R2 – Medard-Libík – „koupaliště“ Habartov.....	56
7.2.3	R3 – Lítov – „Amfiteátr“	56
7.2.4	R4 – Silvestr – „Labutí“ Dolní Rychnov	56
7.3	Plochy vzniklé přirozenou sukcesí na nerektivované ploše výsypky (S)	57
7.3.1	S1 – Lítov - Ledňáček	57
7.3.2	S2 – VPV – „V břízkách“	58
7.3.3	S3 – Medard-Libík – „Leknínové“	58
7.3.4	S4 – Silvestr – „Kopec“ Dolní Rychnov.....	59
7.4	Porovnání ploch	59
8	Diskuse	65
9	Závěr a přínos práce.....	67
10	Přehled literatury a použitých zdrojů.....	69
11	Přílohy.....	74

1 Úvod

Tradice povrchového sběru a těžby v sokolovském regionu je stará několik tisíc let. Cílená těžba je doložena ze 17. století a pokračuje dobýváním formou lomové těžby od roku 1945 (AGRICOLA, 1933; FROUZ et al., 2007). Po odvozu nadložních humózních zemin je třeba skrývkovou zeminu deponovat mimo území těžby nebo na vytěženém území samotného lomu (PRACH et al. 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010). Výsypka je tak tvořená převrstvenými třetihorními cyprisovými jíly se specifickými chemickými vlastnostmi a autoregulace prostředí s tak vysokým obsahem solí a sníženou trofíí je naprosto vyloučená (VRÁBLÍKOVÁ, 2008 in VRÁBLÍKOVÁ et al., 2008), alespoň zpočátku, přesto, a možná i právě proto, umožňuje přežití celé řadě nejen rostlinných společenstev, které byly jinak vytlačeny z okolní antropogenní krajiny. Ačkoliv není toto území v celkové rozloze České republiky nijak zásadní, vyskytuje se značně koncentrovaně (CHUMAN, 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010). V současnosti, oproti minulým letům, dochází k omezování těžby a odkryté plochy se zmenšují.

Minimálně polovinu této zdevastované krajiny (CÍLEK, 2008) je třeba začlenit do kulturní krajiny provedením takových konečných úprav, které umožní spustit její autoregulační schopnost. Taková území jsou technicky rekultivována dle schváleného plánu sanace a rekultivace nebo jsou ponechána spontánní či řízené sukcesí. Jedním ze způsobů řízené obnovy území jsou vodohospodářské rekultivace, kterým je věnována pozornost v této diplomové práci. Na konci všeho snažení může být krajina s podobnými funkcemi jako měla ta původní, před těžbou, nebo zcela odlišná, tedy i s novým funkčním využitím (STIEBITZ, 2001).

Vodní plochy na výsypce výrazně přispívají k regulaci lokálního klimata a dlouhodobě akumulují množství povrchové vody, doplňují podzemní vody (pokud není takové jezírko s betonovým krunýřem), podporují malý koloběh vody (KENDER, 2000) odparem z vodní hladiny a evapotranspirací, zadržují živiny a vážou oxid uhličitý v biomase (PECHAROVÁ et al., 2004). Mokřady bývají nebeské nebo napájené průsakovou vodou se specifickým chemickým složením. Vyskytují se zde rostlinná společenstva dobře adaptovaná nebo alespoň tolerující zdejší podmínky. A dokonce se díky oligotrofii stávají refugiem málo konkurenceschopných druhů vytlačených z okolní hospodářsky využívané krajiny. Od 90. let 20. století probíhaly v mnoha částech výsypky pokusy s transferem mokřadních rostlin či fragmentů jejich společenstev (KRÁSA, 2013). Protože úspěšnost není dostatečně známa a výskyt druhů průběžně dokumentován, je cílem této práce zmapování botanické diverzity vybraného vzorku mokřadů.

2 Cíle práce

Cílem této práce je popsat osídlení vegetací mokřadních stanovišť bývalého lomového území po těžbě hnědého uhlí na Sokolovsku, tj. inventarizace jednotlivých druhů,

jejich procentuální zastoupení, výskyt vzácných a ohrožených druhů rostlin, celková půdo-pokryvnost. Dále pak vzájemně porovnat diverzitu vegetace sledovaného území: hydrické rekultivace a vodní plochy vzniklé přirozenou sukcesí na nerekulitovaném území na samotné ploše výsypky a mokřadní stanoviště vzniklá u paty výsypky.

3 Základní pojmy

Břehová linie – zóna pravidelného zaplavování

Diverzita – druhová rozmanitost

Dominance – dána procentuálním zastoupením druhů

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

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

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

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

CHSK – Chemická spotřeba kyslíku – udává znečištění vody organickými a oxidovatelnými látkami.

Mokřad – území s močály, slatinami, rašeliništi a vodami přirozenými nebo umělými, trvalými nebo dočasnými, stojatými či tekoucími, sladkými, brakickými nebo slanými, včetně území s mořskou vodou, jejíž hloubka při odlivu nepřesahuje 6 m (Úmluva o mokřadech majících mezinárodní význam především jako biotopy vodního ptactva – Sdělení federálního ministerstva zahraničních věcí, Sbírka zákonů č.396/1990)

Pata výsypky – část území těsně sousedící s plochou výsypky umístěné pod jejím horizontem

Přirozená sukcese – vývoj území ponechaný plně na přirozených přírodních procesech

Půdo-pokryvnost – schopnost vegetace zakrývat půdu svou biomasou

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

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

Řízena sukcese – aktivně ovlivňuje přirozené přírodné procesy takovými činnostmi, které vedou k podpoře biodiverzity, např. výsadbou žádoucích druhů (setím, senážemi), potlačením invazních rostlin a řízeným narušováním sukcesních pochodů

Sanace – odstranění všech škod na krajině komplexní úpravou území a územních struktur (GREMLICA et al, 2013).

Vodivost – převrácená hodnota odporu. Její hodnotou je 1 S (siemens). Chemicky čistá voda je špatný vodič. Proto je vodivost vody daná rozpuštěnými disociovanými látkami. Vodivost vodných roztoků závisí na koncentračním a disociačním stupni roztoků, nábojovém čísle iontů, pohyblivosti iontů, a tím na koncentraci rozpuštěných disociovaných látek. Pro srovnání vodivosti různých vodičů byla zavedena **konduktivita** (měrná vodivost) s jednotkou S/cm (DIVIŠ, 2005).

Vodohospodářská (hydrická) rekultivace – je doplňujícím typem, která pomocí stavebně-technických opatření vytváří nový vodní režim v rekultivované krajině. Její postup je upraven zákonem č.254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů, a vyhláškou č. 590/2002 Sb., o technických požadavcích pro vodní díla, ve znění pozdějších předpisů. V posledních letech jsou preferovány velkoplošné hydrické rekultivace, kdy dochází k zaplavování bývalých důlních jam a velkých terénních depresí (GREMLICA et al., 2013).

Zazemění – zmenšování výšky vodního sloupce sedimentací organického materiálu a půdních částic z okolí

4 Metodika

4.1 Volba lokalit

Pro účely této práce jsem zvolila **12 mokřadních stanovišť** na území bývalé těžby v rámci sokolovské hnědouhelné pánve v následujícím zastoupení a kategoriích:

- 4 hydrické rekultivace
- 4 vodní plochy vzniklé přirozenou sukcesí na nerekultivovaném území samotné plochy výsypky
- 4 mokřady vzniklé spontánně u paty výsypky.

4.2 Terénní observace

Od konce června 2019 do června 2020 probíhala hlavní práce v terénu. Východiskem bylo seznámení se se zvolenými stanovišti, určení druhů přítomných rostlin, posouzení jejich procentuálního zastoupení a celkové pokryvnosti. Vytvořila jsem fotografickou

dokumentaci podél celého břehu zvoleného mokřadu. Druhy jsem určovala s pomocí on-line webů www.biolib.cz, botany.cz, www.botanickafotogalerie.cz a knih: Klíč k úplné květeně ČSR (DOSTÁL, 1958), Klíč ke květeně České republiky (KUBÁT [ed.], 2002), Naše květiny (DEYL, HÍSEK, 2001) a Rostlina luk, pastvin, vod a bažin (HRON, ZEJBRLÍK, 1979).



4.1 Analýza vody v laboratoři (autorka, 2019)

V říjnu 2019 jsem změřila pH vody, její teplotu a vodivost a odebrala vzorky vod, které jsem podrobila chemické analýze v laboratoři pomocí analytické chromatografie (Al, SO₄^{II-}, Mn, Fe a CHSK) na přístroji Spectroquant®

Fotometr Nova 60.

4.3 Zpracování dat a statistické analýzy

Zhotovila jsem **fytocenologické snímky** vegetace zvolených stanovišť tak, že jsem jednotlivé druhy rostlin sepsala vždy do dvou tabulek – volná hladina a podmáčený břeh – a přiřadila k nim odhadem procento výskytu. Procentuální zastoupení jsem odhadovala zvláště pro jednotlivá patra. Na většině zvolených lokalit je významně zastoupeno i mechové patro. Ale vzhledem k tomu, že není smyslem této práce zkoumání druhů lišejníků a mechorostů, věnuji se jim pouze okrajově. Po zadání všech výše uvedených údajů jsem **porovнала strukturu vegetace**, provedla výpočet Hillova indexu diverzity pro vzájemné **srovnání botanické diverzity**. Hillův index druhové diverzity bere v úvahu i procentuální zastoupení prázdných míst v porostu a lépe tak zohledňuje kompaktnost a zapojení porostu.

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

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

Druhy zastoupené alespoň v 10 % označujeme jako hlavní neboli **dominantní**, druhy zastoupené v rozsahu 5-10 % nazýváme doprovodnými nebo **influentními** a druhy reprezentované méně než 5 % jsou **přídavné** čili **akcesorické**. Druhové složení společenstev se odvíjí od stanovištních podmínek a přítomnosti jiných druhů. Druhová diverzita (pestrost, rozmanitost či rozrůzněnost) je jedním z jednoduchých ukazatelů struktury společenstva (ŠÁLEK et al., 2005). Při stanovování dominance jsem použila Braun-Blanquetova semikvantitativní stupnici (PRACH, 2001) s modifikací dle Westhoff & van der Maarel z roku 1978.

Do tabulky jsem na základě informací pana Ráže dále doplnila fyzikální veličiny jako stáří, odhadovanou hloubku, oslunění, management mokřadu a zjištěné chemické vlastnosti. Rozmanitost vegetace jednotlivých mokřadů jsem porovnávala v rámci stanovišť stejné kategorie a poté i kategorie mezi sebou, tedy **dle vzniku vodní plochy**. Aby bylo možné definovat zásadní environmentální faktor a stanovit významnost

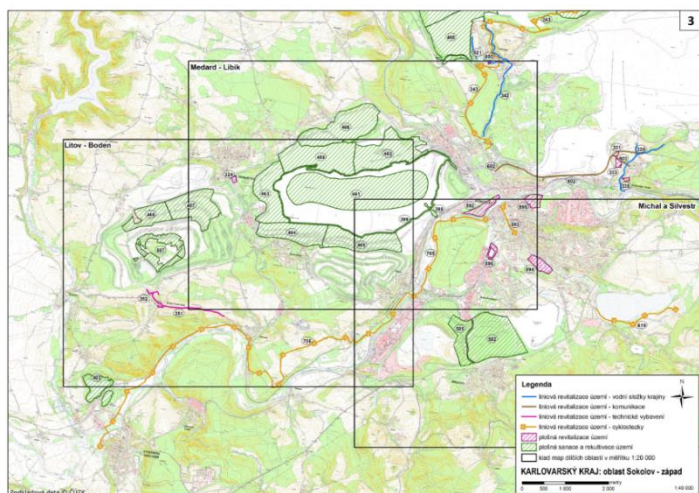
ostatních proměnných ovlivňujících diverzitu mokřadů hnědouhelných výsypek na Sokolovsku, porovnávala jsem jednotlivé analýzy pomocí regresních grafů (Word) s korelačním koeficientem (r) pro stanovení průkaznosti (síly) korelace. Dalšími použitými grafy jsou grafy krabicové (Word) se stanovením průměru, mediánu, kvantilů, maxima i minima.

5 Literární rešerše

Tato část práce poskytuje ucelený přehled současného poznání v oblasti obnovy krajiny pozměněné těžbou uhlí a procesu jejího zpětného začleňování do okolní kulturní krajiny, včetně legislativní a finanční podpory, finanční náročnosti, plánů a požadavků. Poslední část rešerše je věnována mokřadům, jejich významu, funkci a druhové diverzitě.

5.1 Obnova krajiny po těžbě

Těžba nerostných surovin výrazně ovlivňuje krajinu celého 1 % povrchu Země. V České republice je takto zasaženo více než 800 km² území, které je třeba navrátit k plnění funkcí krajiny (CHUMAN, 2015). „Plány sanace a rekultivace území dotčeného těžbou“ na zpětné začlenění krajiny negativně ovlivněné důlní činností tvoří nedílnou součást „Plánu otvirky, přípravy a dobývání“. Požadovaný rozsah těchto plánů je stanoven vyhláškou ČBÚ č. 104/1998 Sb. (GREMLICA et al., 2013) a obvykle striktně odráží původní vzhled a využití krajiny (ŘEHOUNEK et HÁTLE, in ŘEHOUNEK et al.; 2010). Projekty sanace Ústeckého a Karlovarského kraje jsou hrazeny z 15 miliard Kč určených na řešení ekologických škod po těžbě uhlí (5.1). Kvůli těmto financím vznikly meziresortní komise, které na jejich přidělování



5.1 Lokalizace projektů schválených k financování z 15 mld., část Sokolov západ (www.15miliard.cz)

podporovat její rychlost nebo ji jinak směřovat výsevem požadovaných druhů nebo naopak nežádoucí druhy odstraňovat) anebo můžeme využít třetí možnosti, tj. vzít holou planinu, upravit ji a osít či osázet dle našeho požadavku.

dohlížejí. Členy komisí jsou představitelé několika ministerstev, Českého báňského úřadu, příslušných krajů a taky zástupci hospodářských a sociálních rad z dotčeného území (STEJSKAL, 2009).

V praxi se můžeme buď zcela spolehnout na spontánní obnovu krajiny anebo ji můžeme různým směrem manipuloval (blokovat, vracet,

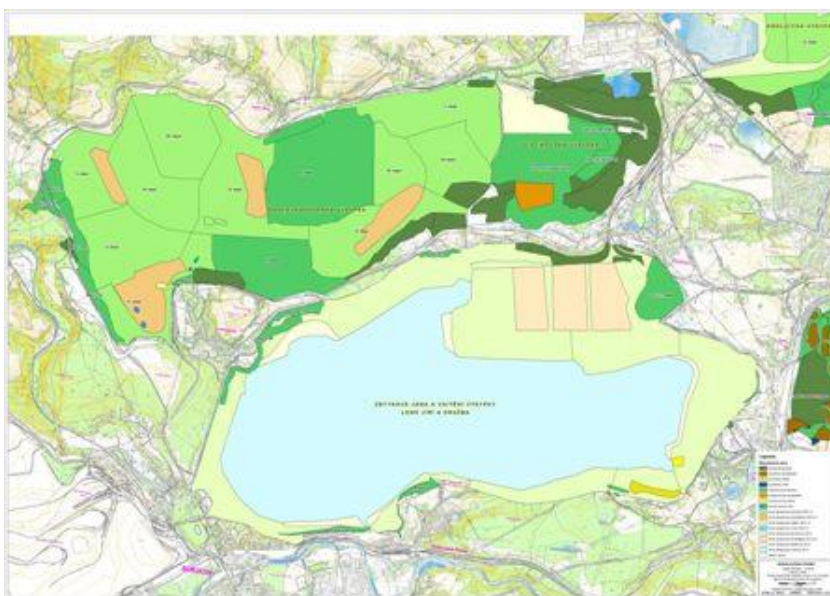
Pro fundované rozhodnutí, zda je nezbytná technická rekultivace nebo je vhodnější využít možnosti ponechat území přírodním procesům, je nutné zodpovědět několik otázek, např.:

1. Jaké bylo funkční zařazení pozemku před počátkem těžby? Než byl dočasně vyjmut např. ze zemědělského půdního fondu?
2. Kdo pozemek vlastní?
3. Jak se k tomu staví Plán sanace a rekultivace?
4. Jaké máme legislativní možnosti?

Na konci rozhodovacího procesu může být vyprojektována krajina, která bude mít totožné funkční zařazení nebo naopak může být zcela odlišného rázu, s novým funkčním využitím, zohledňující nejnovější poznatky vědy a korespondující se současnými životní trendy a požadavky kladenými na rekreaci (stezky pro cyklisty, naučné stezky, sportovní areály, přírodní koupání atd.) nebo i vyšší podíl přírodě blízké krajiny s ekologicky stabilním prostředím a cennými ekologickými prvky (HENDRYCHOVÁ et KABRNA, 2016). Podle par. 2 odst.2 zákona ČNR č. 114/1992 Sb. se ochrana přírody a krajiny zajišťuje mimo jiné, podle písmene j), „obnovou a vytvářením nových přírodně hodnotných ekosystémů, například při rekultivacích a jiných velkých změnách ve struktuře a využívání krajiny“ (in GREMLICA et al., 2013). Původní krajina, ať zemědělsky intenzivně využívaná, les nebo i intravilán, se změnila na průmyslovou. Zpravidla došlo k přeložení vodních toků či svedení pramenů, a tak území zcela pozbylo eko-stabilizační prvky nezbytné jako základ pro tvorbu plánů nové krajiny (HENDRYCHOVÁ et KABRNA, 2016). V současné době převládá technická rekultivace nad obnovou přirozenou či řízenou sukcesí. Důvodů je hned několik:

1. **Legislativní podpora.** Přirozenou obnovu těžbou dotčených ploch zákon a priori striktně nevylučuje, avšak ani přímo nepodporuje, ani neusnadňuje (STEJSKAL, 2009; GREMLICA et al., 2013) Navíc vládne jistá zkostnatělost a neochota měnit zaběhnuté systémy v administrativním aparátu rozhodujícím o sanačních a rekultivačních pracích (STEJSKAL, 2009) a to zejména proto, že byl původní pozemek pouze dočasně vyňat, např. ze zemědělského půdního fondu, a změnu účelu využití provází zdlouhavý administrativní proces. Dokonce můžeme dle Iva Příkryla in STEJSKAL (2009) narazit na takové absurdity, jako je požadavek úředníků příslušného pracoviště MŽP, aby byl pozemek, původně dočasně vyjmutý z půdního fondu, který již zarostl spontánní sukcesí, přebagrován, poté zavezen orníci, následně může být vyjmut z půdního fondu, a pak teprve může být ponechán přirozené sukcesí. V lesích se však malé bezlesé plošky mohou schovat. Nenaráží se zde jen na úředního „šimla“. Obzvláště v severozápadních Čechách podléhá územní samospráva tlaku veřejnosti, u které se objevuje názor, že krajina byla zdevastovaná lidskou rukou, tudíž je povinností lidí jí opět uvést do původního stavu před touto devastací (STEJSKAL, 2009).

2. **Finanční stránka věci.** Při technické rekultivaci se zaplatí firma, která seje travní směsi, za které zaplatila jiné firmě, totéž platí pro výsadbu stromů a keřů, tvorbu rybníčků a potůčků atd. V letech 2002 a 2003 „přiklepla“ Česká vláda částku 20 mld Kč pro Moravskoslezský kraj, již zmíněných 15 mld. Kč pro Ústecký a Karlovarský kraj a přibližně 1,5 mld. Kč pro Kladensko na řešení ekologických zátěží vzniklých následkem těžby uhlí (STEJSKAL, 2009). Finance jsou účelně uvolňovány a musí být prokazatelně vynaloženy. Z hlediska čerpání finančních prostředků může být přirozená či řízená sukcese problematická, protože tráva, keře a stromy rostou sami. Prakticky nic to nestojí. Zpočátku. Poté, co se vytvoří druhově pestrá, hodnotná přírodě blízká krajina s parametry přírodní rezervace a návštěva bezplatně získaného území se stane lákadlem pro turisty (CÍLEK, 2008), začíná se teprve nedostávat finančních prostředků na managementová opatření, aby byl stav takového jedinečného území zachován. Řešením by snad byla jakási forma dotace, která však není doposud legislativně zakotvena.
3. **Zdroj zakázek.** Najaté rekultivační firmy, často „dceřinky“ samotné těžební společnosti, si z povinnosti obnovit devastovanou krajinu vytvořily výhodný zdroj příjmu. Proto je „nutné“ rekultivovat, co se dá (CÍLEK, 2008).
4. **Administrativní „tečka“.** Dle Pavla Žlebka in STEJSKAL (2009) může být



5.2 Plán sanací a rekultivací – Velká podkrušnohorská výsypka a důl Jiří

problematický sám fakt, že nikdo nevystaví protokol o předání díla, nikdo nepotvrdí, že byla revitalizace území ukončena. Navíc se takto vzniklý sukcesní les těžko zařazuje jako Les zvláštního určení (ochranný, hospodářský).

Podle údajů PKÚ se průměrná cena rekultivace jednoho hektaru pohybuje v rozmezí od 0,3–1,3 milionu Kč (STEJSKAL, 2009, GREMLICA et al., 2013). Cena dosahuje takových hodnot i proto, že se **nejedná** o krátkodobý a jednoduše technicky řešitelný proces. Prochází zhruba těmito fázemi (PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010):

1. **Sesedání skrývkových zemin** v průběhu průměrně osmi let
2. **Srovnání a vytvarování povrchu výsypky s pomocí těžkých mechanizačních prostředků.** V České republice stále převládají tendence rekultivačních firem vytvořit uniformní plochy (CÍLEK, 2008;

DOLEŽALOVÁ et al., 2012), kdy dochází k zavezení těžebních jam do původní nivelety, a tedy k přemístění obrovského množství skrývkové zeminy. Povrch je poté dotvarován, aby se zmírnil sklon svahů výsypek jako prevence případných sesuvů, odstraněním elevací a vyplněním depresí a prohlubní, v nichž se zadržuje voda, do rozsáhlých plošných struktur s rovným nebo jen lehce zvlněným reliéfem (GREMLICA et al., 2013; DOLEŽALOVÁ et al., 2012).

3. **Výstavba zpravidla betonových drenáží** k odvedení vody ze zvodnělých sníženin
4. **Překrytí organickým materiálem.** Takto připravený podklad je v převážné většině případů překryt mohutnou vrstvou vysoce eutrofního materiálu (podorniční vrstva + orníční horizont) (CÍLEK, 2008; GREMLICA et al., 2013), štěpkou, drcenou kůrou, slínovci nebo může být tato fáze zcela vypuštěna
5. **Konečná úprava.**

a) lesnická rekultivace – na sokolovských výsypkách zpravidla hustě osázeno



5.3 a/ a b/: Lesnická rekultivace – Medard Sokolov (mapy.cz, 2016)

do surového substrátu dřevinou jednoho druhu v pravidelných řadách ve sponu 1x1m (BROUMOVÁ et al., 2007; FROUZ et al., 2007), 5.3. Takové lesy připomínají spíše špatně rostoucí geometrizované křoví (CÍLEK, 2008), protože zde v prvních letech dochází ke **značným výkyvům vlhkostních a**

teplotních podmínek s vlastnostmi podobnými pouštním. Často pak je možné pozorovat holou krajinu s usychajícími sazenicemi stromů (BROUMOVÁ et al., 2007, PECHAROVÁ et

al., 2004) a takové plochy dosahují maximální pokryvnosti 10% (PECHAROVÁ et al., 2004). Následná péče po dobu minimálně 5 let je praktikována dle lesního zákona, nejlépe však až do zapojení vegetace. Keře bývají vysazovány po obvodu porostů a po okrajích hospodárenic (FROUZ et al., 2007). Dle zák. č. 289/1995 Sb. je les po zabezpečení kultury zařazen do kategorie lesů ochranných.

b) zemědělská rekultivace – osázení komerční travní směsí, obvykle s vysokým podílem vikvovitých, pro jejich schopnost vázat dusík. Další možnou alternativou k bodu 5.b) jsou dosevy, dosadby, přenosy celých bloků vegetace, spontánní či řízená sukcese, eliminace invazních nebo expanzivních druhů, změna způsobu hospodaření (PRACH, 2001). V Německu provedli 9-ti letý experiment s přenosem sena a setím regionálních směsí osiva (BAASCH et al.,

2012), což by mohlo být vhodným kompromisem mezi technickou rekultivací a přirozenou sukcesí.

c) vodohospodářské rekultivace, kterým je věnována pozornost v této diplomové práci. Součástí úprav jsou i tato opatření:

- těsnění dna uhelné sloje
- zajištění stability navazujících svahů – břehů
- zajištění kvality vody (DIMITROVSKÝ, 2001 in KORANDOVÁ, 2011)

d) z ostatních rekultivací například přírodní sportoviště, skládky, testovací dráhy, rekreační plochy apod.

Nový přístup v technických rekultivacích, nazývaný Mikrob Assisted Green Technology (MAGT), je integrovaný biotechnologický přístup vytvořený v National Environmental Engineering Research Institute (NEERI) jako model pro rekultivace a vývoj svěží zeleně na důlních výsypkách. Jeden rok staré **semenáčky původních druhů** stromů byly vysazeny na 6,3 ha plochy skrývky z manganového dolu v Gumgaon z Manganese Ore India Ltd., Maharashtra, Indie. Výsledkem 18-ti letého projektu byly půdy bohaté na živiny s vysokým obsahem N, P, K a organického uhlíku, s dobře vyvinutou biologickou rozmanitostí, včetně bakterií, hub, vyšších rostlin (více než 350 druhů) a různé třídy zvířat. Přirozeným vývojem to jinak trvá stovky let (JUWARKAR et al., 2009). V uhelných těžebních oblastech v České republice, byly výsypky zúrodněny lesními porosty, které byly vysazeny přímo do hrubého alkalického třetihorního jílovitého substrátu (FROUZ et al., 2009).

Již mnoho vědeckých článků a studií potvrdilo schopnost samovolné obnovy u většiny těžbou narušených území v přijatelném časovém úseku (PRACH et al., 2008; GREMLICA et al., 2013). Přirozené přírodní procesy bývají považovány za pomalé (HODAČOVÁ et PRACH, 2003; CHUMAN, 2015), a proto je spontánní sukcese pod takovým drobnohledem. Také Igor Němec (in STEJSKAL, 2009) namítá, že zapojení lesních dřevin do lesního porostu **při spontánní sukcesí trvá déle** než při technické lesní rekultivaci. Bylo by však vhodné přihlédnout i k přípravné fázi technické rekultivace včetně sesedání výsypky a úpravě terénu, případně i drenážování a návozu organického materiálu (PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010), nehledě na finanční náročnost na samotnou rekultivaci, tak i na následnou péči. Technická sanace se navíc jeví z pohledu ochrany přírody spíše nežádoucí (PRACH, 2010, in ŘEHOUNEK et al., 2010), protože vede k uniformnějšímu prostředí, ničí vznikající mozaiku stanovišť a často nezvratně likviduje vzácné a chráněné druhy z řad fauny i flóry, které se mezitím na výsypce usadily (CÍLEK, 2008; ŘEHOUNEK et HÁTLE, 2010, in ŘEHOUNEK et al.; 2010; DOLEŽALOVÁ et al., 2012; GREMLICA et al., 2013).

V ČR je vyvíjen tlak z řady odborníků, těžařů i nevládních organizací na prosazení vyššího procenta zastoupení přírodě blízké obnovy v plánech sanací a rekultivací (PRACH et al., 2001; ŘEHOUNEK et HÁTLE, 2010, in ŘEHOUNEK et al.; 2010), ideálně na 60% plochy, reálně alespoň na 20 % (PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK

et al., 2010). Při průzkumech území narušených těžbou vyvodil PRACH et al. (2011) závěr, že potenciál přírodní obnovy v projektech sanace a rekultivace je možno využít na 95 až 100% území z celkové narušené oblasti. Sami představitelé těžebních firem v mnohých případech podporují **snahy prosadit přirozenou sukcesí** jako jednu z možností obnovy (STEJSKAL, 2009; ŘEHOUNEK et HÁTLE, 2010, in ŘEHOUNEK et al.; 2010). Je to nejjednodušší a nejlevnější způsob sanace poškozené krajiny (PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010). Bohužel zde narážejí na výše zmíněného úředního „šimla“.

Sokolovská uhelná společnost má vstřícnější přístup k přírodě blízkým rekultivacím než těžební firmy na Mostecku, včetně akceptování spontánní sukcese. Potěšitelné je, že z rekultivací jsou již dnes vyjmuty některé části již spontánně zarostlých výsypek (PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010).

Při rozhodování je nutno zvážit, zda je ponechání přírodním procesům využitelné k dosažení námi stanovených cílů, odhadnout vývoj a porovnat výsledky (PRACH et al., 2001). Vystává zde otázka, jak dalece se dá přirozený vývoj předpovídat (HODAČOVÁ et PRACH, 2003). Tento způsob revitalizace by měl probíhat již v průběhu těžby, v době tvorby výsypky vytvářením členitého reliéfu, ponecháním (polo)přirozených společenstev a zdrojových populací na jejich okrajích, eliminací nežádoucích druhů, blokováním či usměrňováním sukcese nebo podporováním její rychlosti, různými disturbancemi, které podporují pestrost vývojových stádií (PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010).

Hůře dostupné oblasti bývají zpravidla ponechávány přírodním procesům. Nebo by to bylo alespoň vhodné. Zvláště pak tam, kde již přírodovědně hodnotná společenstva organismů a vzrostlé náletové dřeviny kolonizovaly území v průběhu těžebních aktivit nebo po jejich ukončení či v počátečních stádiích tvorby a přirozeného vývoje výsypky (STIEBITZ, 2001; FROUZ et al., 2007; GREMLICA et al., 2013). Na holém výsypkovém substrátu, dochází převážně k primární sukcesí, která vede k postupné obnově a vzniku cenných ekosystémů (PRACH, 2010, in ŘEHOUNEK et al., 2010). Přírodovědci již dlouhá léta bojují za ponechání alespoň jedné třetiny plochy výsypek sama sobě (CÍLEK, 2008).

Některé oblasti však není možné ponechat přirozeným sukcesním pochodům vzhledem k nevhodnému substrátu, s toxiny nebo nízkým pH, (PRACH in STEJSKAL, 2009) nebo ve svazích ohrožených erozí či v bezprostředním okolí lidských sídlišť, a to buď z důvodu estetického anebo z důvodu bezpečnosti či ochrany života a zdraví. Jsou vhodné metody, které rychle vytvoří vegetační pokryv, ale je třeba vzít také v úvahu přirozený potenciál lokality (BAASCH et al., 2012). Názory mezi odborníky z různých oborů se liší.

Důležitým cílem ekologické sanace je urychlení přirozených sukcesních procesů ke zvýšení biologické produktivity, plodnosti půdy a biotické kontroly nad biogeochemickými toky v rámci navrácení ekosystémů (JUWARKAR et al., 2009),

identifikovat vhodné rekultivační postupy v kontinuu mezi technickými rekultivacemi a spontánní sukcesí.

5.2 Voda v post-těžní krajině

V území devastovaném těžbou nerostných surovin došlo k narušení nebo absolutnímu zničení hydrologického systému krajiny. Proto jsou vodohospodářské rekultivace



5.4 Vnitřní výsypka lomu Jiří, vznikající sukcesní mokřad (mapy.cz, 2020)

jedním ze základních technických opatření při sanaci území. Dokonce se stávají stále oblíbenějším typem obnovy, ačkoliv do nedávna byly považovány spíše za doplňující typ (GREMLICA et al., 2013). Ať už je to z důvodu nutnosti zmírnit téměř pouštní klima výsypky (BROUMOVÁ et al., 2007, PECHAROVÁ et al., 2004) nebo zadržování vody v krajině nebo snížit dopad již nastupujících klimatických změn nebo jako protipovodňové opatření (GREMLICA et al., 2013).

Využitím velkých terénních depresí zaplňovaných dešťovou nebo průsakovou vodou z výsypky jsou vytvářeny menší či větší, mělké či hlubší mokřady (5.4), které nastavují zcela nový vodní režim v krajině, a to třeba i tam, kde původně nebyly (ŘEHOUNEK et al., 2010). Zaplavováním bývalých důlních jam vznikají velká rekultivační jezera a retenční nádrže, která poměrně výrazným způsobem ovlivňují lokální klima a mikroklima. Vlhkost vzduchu je však větší měrou zajišťována evapotranspirací, která je několikanásobně vyšší než přímý odpar z hladiny (GIFFORD et al., 2007 in CÍLEK, 2007 a 2008; GREMLICA et al., 2013), proto se dá počítat spíše se stabilizační funkcí takových nádrží (GREMLICA et al., 2013). V rámci vodohospodářské rekultivace se tvoří nejen vody stojaté, ale i tekoucí z důvodu obnovy cirkulace vody (MAUER, 1985 in KEPRTOVÁ, 2012). Je-li provedena vodohospodářská rekultivace se vším všudy, tedy se všemi fázemi od sesedání po zcela nevhodné extrémní snížení morfologické diverzity terénu a totální likvidaci cenných biotopů (CÍLEK, 2008; DOLEŽALOVÁ et al., 2012; GREMLICA et al., 2013), včetně mnohých rozmanitých vodních útvarů, od periodických po stálé, které bývají zásadním prostředím vodních i semiaquatických druhů (DOLEŽALOVÁ et al., 2012; GREMLICA et al., 2013), nelze tento zásah považovat za až tak stabilizační, např. právě pro úbytek obojživelníků (*Amphibia*) v průběhu realizace sanačních prací (GREMLICA et al., 2013). Naštěstí, při současném množství rekultivačních projektů roste i mozaikovitost stanovišť a najde se tak prostor pro zachování přírodě blízké obnovy (zejména lesů a rozličných vodních biotopů), jejichž zastoupení by mohlo činit i více než 70 % povrchu devastovaných ploch (HENDRYCHOVÁ et KABRNA, 2016).

Legislativní oporu nachází hydrické rekultivace v zákoně č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů, a ve vyhlášce č. 590/2002 Sb., o technických požadavcích pro vodní díla, ve znění pozdějších předpisů. Přesto, že voda do technicky vybudovaných prohlubní natéká sama, pohybují se celkové náklady prací s tím spojených v rozmezí od 1900 do 7800 tisíc Kč na ha (GREMLICA et al., 2013).

Před samotnou rekultivací bývají po ukončení báňské činnosti, někdy ještě i v průběhu těžby, rozesety drobné tůňky, zvodnělé deprese na surovém výsypkovém substrátu, zaplavené hlubší prohlubně nebo plochy vzniklé pod patou výsypky z důlní a průsakové vody. I tak mohou vypadat mokřady, které kypí životem specifické flóry a fauny vázané na půdní a povrchovou vodu.

5.3 Význam mokřadů v krajině

Ramsarská úmluva definuje mokřad jako: „území bažin, slatin, rašelinišť i území pokrytá vodou, přirozeně i uměle vytvořená, trvalá či dočasná, s vodou stojatou či tekoucí, sladkou, brakickou či slanou, včetně území s mořskou vodou, jejíž hloubka při odlivu nepřesahuje šest metrů“. Pro potřeby České republiky se mokřadem rozumí zejména: rašeliniště a slatiniště, rybníky, soustavy rybníků, lužní lesy, nivy řek, mrtvá ramena, tůňe, zaplavované nebo mokré louky, rákosiny, ostricové louky, prameny, prameniště, toky a jejich úseky, **jiné vodní a bažinné biotopy**, údolní nádrže, **zatopené lomy**, šterkovny, pískovny, horská jezera, slaniska (www.mzp.cz, 2020).

Ochrana mokřadů se často „veze“ s ochranou vodních ptáků, viz. Směrnice Rady č.2009/147/ES o ochraně volně žijících ptáků – SPA a z ní vyplývající legislativa ČR, protože vodní ptáci jsou vázání především na toto specifické prostředí.

Přesto u nás patří mokřadní stanoviště mezi ta **nejohroženější prostředí** důsledkem odvodňování zemědělských pozemků, jejich eutrofizací a znečištěním, regulací vodních toků, stavby protipovodňových opatření v přirozených záplavových zónách a šířením nepůvodních druhů (HARABIŠ et al., 2013). Úbytek těchto biotopů s sebou nese přirozeně i snížení biologické diverzity (THOMAS et al., 1994 in HARABIŠ et al., 2013) následkem „ostrovního efektu“. Dalším důvodem je absence vhodného managementu – zarůstání a zazemňování, sucho a nedostatek srážek v posledních letech.

Nově vznikající mokřady v post-těžebních oblastech nejsou doposud negativně antropogenně ovlivněny (HARABIŠ et al., 2013), jsou obvykle oligotrofní s heterogenními břehy a dny (DOLEŽALOVÁ et al., 2012) a stávají se tak refugiem mnoha organismů.

5.4 Chemismus vod post-těžebních oblastí

Podstatné je i chemické složení především důlní a průsakové vody. Většinou mají kyselější pH (BROUMOVÁ et al., 2007; HEZINA, 2001; FROUZ et al., 2007; PŘIKRYL et al., 1995 in KORANDOVÁ, 2011). Důvodem je obsah pyritu (BURYAN, 2010), který oxiduje na kyselinu sírovou. (GREMLICA et al., 2013).



Obrázek 5.5 Důlní voda, VPV - Vránov (autorka, 2019)

Důlní vody z těžby uhlí mají pH mezi 2,5 – 6,0 (PITTER, 1999 in KORANDOVÁ, 2011). V takto kyselém prostředí mohou rozpuštěné kovy lépe migrovat, zároveň ale udržují nízkou koncentraci živin a tím zabraňují zarůstání nádrží (PŘIKRYL, 2006 in KORANDOVÁ, 2011; GREMLICA et al., 2013). Jak kyselá voda prochází horninami, rozpouští další sloučeniny a

obohacuje se především o soli (BROUMOVÁ et al., 2007; HEZINA, 2001; FROUZ et al., 2007; BURYAN, 2010), těžké kovy, jako je Pb, Zn či Cd (GREMLICA et al., 2013), a můžeme prokázat i vysoké koncentrace **síranů** (KORANDOVÁ, 2011), **železa, manganu, hliníku**, hořčíku a vápníku (HEZINA, 2001). Vedle hydrogenuhličitanů a chloridů tvoří sírany hlavní podíl aniontů v přírodních vodách, kde se jejich koncentrace pohybuje v desítkách či stovkách mg/l (HORÁKOVÁ, 2003 in KORANDOVÁ, 2011), v případě důlních vod se jedná i o tisíce mg/l (HEZINA, 2001).

5.5 Mokřadní vegetace

Jde o rostliny adaptované na zamokřené prostředí. Vegetaci vázanou nebo tolerující povrchovou a půdní vodu můžeme rozdělit na druhy:

- hydrofyta (makrofyta) – rostoucí přímo ve vodě
- hygropyta (helofyty) – ve vlhkém až bažinatém prostředí
- mezofyta – v mírně vlhkých půdách) (SLAVÍKOVÁ 1986, PELIKÁN 1993, 1995 in KRÁSA, 2013).

Mírně podmáčené porosty až mokřadní lokality samovolně vznikající na průsacích



Obrázek 5.6 Mokřad Ježek VPV (autorka, 2012)

nebo v návaznosti na umělých vodotečích či výsypkových nádržích bývají pokryty převážně rákosovým nebo orobincovým porostem. Zejména rákosové porosty zde mají pro funkci nově vznikajícího ekosystému mimořádný význam. Tyto porosty je možné považovat za tzv. kondenzační jádra nově utvářeného vodního cyklu této antropogenní krajiny. Pokryvnost sledovaných porostů činí 80-90% (BROUMOVÁ et al, 2007).

5.6 Faktory ovlivňující vývoj vegetace

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



Obrázek 5.7 Sukcesní les, VPV (autorka, 2012)

5.6.1 Klima a mikroklima

Stejně důležitý je i environmentální scénář – klima a dostupnost přírodních zdrojů (MORENO-DE LAS HERAS et al.; 2008). Geografická poloha stanoviště určuje roční úhrn srážek, teploty a světla (PRACH, 2001). Pokud je na území nedostatek vegetace, přeměňuje se **sluneční záření** v tepelnou energii (BROUMOVÁ et al., 2007). Teplo má vliv na primární fyziologické procesy, množství světla a jeho spektrum je určující pro vertikálně strukturovanou vegetaci, **úhrn srážek** a dostupnost zdroje vody rozhodují o složení druhů na území o větší rozloze (PRACH, 2001). Voda výrazně ovlivňuje růst vegetace (FROUZ et al., 2007). Povrch bez vegetačního pokryvu je zároveň více náchylný k vlhkostním fluktuacím (BROUMOVÁ et al., 2007). Taková krajina pak napodobuje pouštní podmínky, kde dochází k úhynu vegetace, např. vysazených stromů (BROUMOVÁ et al., 2007, PECHAROVÁ et al., 2004). Mezi suchými a zamokřenými místy může v létě teplotní rozdíl dosahovat i více než 10 °C (HESSLEROVÁ et POKORNÝ, 2011).

Neméně důležitý pro místní mikroklima je i **reliéf** krajiny, s jeho orientací ke světovým stranám, sklonem pozemku, nadmořskou výškou, množstvím slunečního záření (PRACH, 2001). Při povrchové těžbě sypají zakladače skrývku v pásech, a tak vzniká členitý a biologicky velmi příznivý systém nevelkých pahorků a obvykle vlhkých a chladnějších prohlubní. (PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010). Při vytvoření uniformní rovny krajiny se snižuje její stabilita a tím dochází k narušení schopnosti autoregulace, tj. komplexního ekologického servisu – schopnost reagovat na klimatické změny, regulovat přírodní koloběh vody, tvořit rovnovážné fyzikálně-chemické podmínky pro rozvoj života včetně dekontaminace atd. (GREMLICA et al., 2013).

Reliéf ovlivňuje sílu a rychlost **větru**, který může odpovídat za opylování a šíření semen rostlin, má nesporný vliv na transpiraci rostlin, zároveň ale působí stres i jako

mechanická disturbance a nositel znečišťujících látek. V ovzduší jsou limitující přítomnost O₂ a CO₂ (PRACH, 2001).

5.6.2 Půda

Hlavní hnací silou sukcese vegetace jsou počáteční podmínky, především kvalita půdy (MORENO-DE LAS HERAS et al.; 2008) - **půdní vlhkost, dostupné živiny, především dusík a fosfor** (FROUZ, KALČÍK et VELICHOVÁ, 2011), **přítomnost kationtů** (Ca⁺ a jiných) (HEZINA, 2001), které jsou zásadní pro **pH půdy**, na lokální úrovni též přítomnost **solí** a těžkých kovů (HEZINA, 2001; PRACH, 2001). Minerály jílových substrátů deponií jsou tvořeny převážně těmito prvky: **Al**, Si, **Fe**, Ti, Ca, Mg, v menším množství je tvoří As, B, Ba, Be, Cr, Cu, K, **Mn**, Na, Ni, P, Pb, Sn, Sr, V, Zn a Zr, vzácně nebo jen ojediněle se vyskytují: Li, Nb, Ag, Co, Ge (BURYAN, 2010). Nejsou ale příliš bohaté na dostupný dusík. Proto na výsypkách nacházíme mnoho druhů, které se z eutrofizované zemědělské krajiny vytrácejí (FROUZ et al., 2007; KIRMER et al., 2008; PRACH et al., 2011; GREMLICA et al., 2013). Značný význam má i přítomnost **uhlíku** a jeho ukládání v nadzemní biomase stromů a v půdní organické hmotě – v hloubce vývojové vrstvy, tedy až do 20 cm (FROUZ et al., 2009). Dle výzkumu MUDRÁKA et al (2010) na lesních podrostech vyplynulo, že nejdůležitější řídicí veličinou složení lesního podrostu byla tloušťka vrstvy kvašení, která jednoznačně souvisí s vývojem půdy, přičemž velmi závisí na typu stromového porostu a jeho opadu. Jak rychle vzniká půda, závisí na jakosti půdotvorného substrátu, kvantitou a kvalitou odumřelých organických zbytků uložených na povrchu a činnost organismů žijících v půdě, např. rychlejší je tvorba půdy v listnatých lesích kvůli opadu a v lesnických rekultivacích v důsledku neúmyslného zavlečení žížal v kořenovém balu semenáčků. Naproti tomu k přirozené kolonizaci sukcesních ploch žížalami dochází až po 20-30 letech (FROUZ et al., 2007).

Za klíčový faktor určující vývoj flóry byla označena **eroze půdy** a jiné místní disturbance (MORENO-DE LAS HERAS et al.; 2008). Na druhou stranu jsou jisté **disturbance** nezbytné pro udržení druhové diverzity (PRACH, 2001), např. erozní rýhy a výplavové kužely tvořené jemnějším materiálem tvoří zcela specifická nová stanoviště a výrazně obohacují druhovou diverzitu (GREMLICA et al., 2013).

5.6.3 Biotické vlivy

Protože vše se vším souvisí, významná je i interference s živou složkou přírody. (PRACH, 2001). Působení savců na jemné sukcesní modely popisuje BARTHA in PYŠEK et al. (2001). Jeho výsledky naznačují, že rozmanitost druhů lze ovlivňovat prostřednictvím prevence hromadění humusu. Vzhledem k odlehlosti a rozloze výsypky se na toto území stahují i větší savci, kteří zde mohou bez vyrušování žít a reprodukovat se. Konzumují vegetaci a poškozují ji i jiným způsobem, např. tím, že rozrývají půdu, ale zároveň dochází i k zoochórii. Nevyhnutelný je konkurenční boj mezi druhy a následně i konkurenční vyloučení.

5.7 Druhová rozmanitost

Rozsáhlá devastace krajiny povrchovou těžbou poskytuje **příležitost pro studium** procesů kolonizace, včetně primární sukcese (KIRMER et al., 2008) Její obnova prováděná metodami využívající převážně **přírodních procesů** je stále diskutovanějším tématem mezi vědci i ochranáři přírody. Díky jejich zájmu roste množství důkazů o významu spontánní sukcese pro **zachování biodiverzity** v jinak eutrofizované antropogenní krajině (FROUZ et al., 2007; GREMLICA et al., 2013;



Obrázek 5.8 Bradáček vejčitý (*Listera ovata*) C4, sukcesní les VPV (autorka, 2020)

CHUMAN, 2015). **Druhová diverzita** na výsypkách je do jisté míry nižší než v okolní krajině, avšak s minimálním rozdílem (FROUZ et al., 2007). Výsypky a haldy, s jejich depresiemi nebo odvaly, mají svou pestrou morfologickou stavbou předpoklady poskytnout útočiště těm druhům volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin, které v antropogenní krajině svůj biotop ztratili (CÍLEK, 2008; PRACH et al., 2011; FROUZ et al., 2007; DOLEŽALOVÁ et al., 2012; GREMLICA et al., 2013).

Spontánní sukcese je sice pomalejší, protože většinou dochází k primární sukcesí, (HODAČOVÁ et PRACH, 2003) a méně predikovatelná, ale přírodní ekosystémy, které se vyvinuly přirozenou nebo řízenou ekologickou sukcesí, jsou biologicky hodnotnější a kvalitnější z hlediska ekologie a ekologické stability krajiny a pro některá ohrožená společenstva či ohrožené nebo vzácné druhy (FROUZ et al., 2007; KIRMER et al., 2008; PRACH et al., 2011; GREMLICA et al., 2013). Oligotrofní půdy, **kyselé vody**, slaniska, xerotermní louky, **pěnovková prameniště**, **periodicky disturbované tůňky** aj. (FROUZ et al., 2007; PRACH, 2010, in ŘEHOUNEK et al., 2010) se mohou stát biotopem některých vzácných a ohrožených druhů. V průběhu času řada těchto stanovišť zaniká díky přirozené, samovolné sukcesí nebo z důvodu postupu rekultivačních prací (FROUZ et al., 2007). Jsou to totiž druhy specializované na počáteční sukcesní stadia nebo na půdy se specifickými vlastnostmi (FROUZ et al., 2007). Na základě výskytu řady chráněných druhů spolu s/nebo geologických fenoménů získala řada těžeben statut chráněného území (tvoří 10% všech přírodních památek na území ČR) (CHUMAN, 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010).

Při studii prováděné KIRMER et al. (2008) bylo evidováno v 10 důlních lokalitách na 143 případech výskytu druhů z Červené knihy ohrožených druhů, z nichž u 40 % je nejbližší zdrojová lokalita vzdálena 3-10 km, u 19 % i více



5.9 Zeměžluč spanilá C3 (*Centaurium pulchellum*) - R1 (autorka, 2019)

než 10 km. Tato studie prokázala nezanedbatelný vliv okolní vegetace na osídlování devastovaných ploch až do vzdálenosti nejméně 17 km. Dá se říct, že druhová rozmanitost vychází z historického vývoje krajiny (FROUZ et al., 2007).

Aby nedocházelo ke ztrátám diverzity na výsypkách již kolonizovaných procesem přirozené sukcese, když už jsou nutné jisté technické úpravy, je vhodné provést detailní biologický průzkum, a měnit přírodní podmínky na deponiích a okolních pozemcích pouze tak, aby se podpořila diverzita a umožnila se záchrana a přežití ohrožených a vzácných druhů (FROUZ et al., 2007). Mnoho odborníků, zástupců těžařů a nevládních organizací poukazuje na to, že bezmyšlenkovité provádění rekultivace ničí biologickou diverzitu a vede k tvorbě ploch s uniformními společenstvy (ŘEHOUNEK et HÁTLE, 2010, in ŘEHOUNEK et al.; 2010).

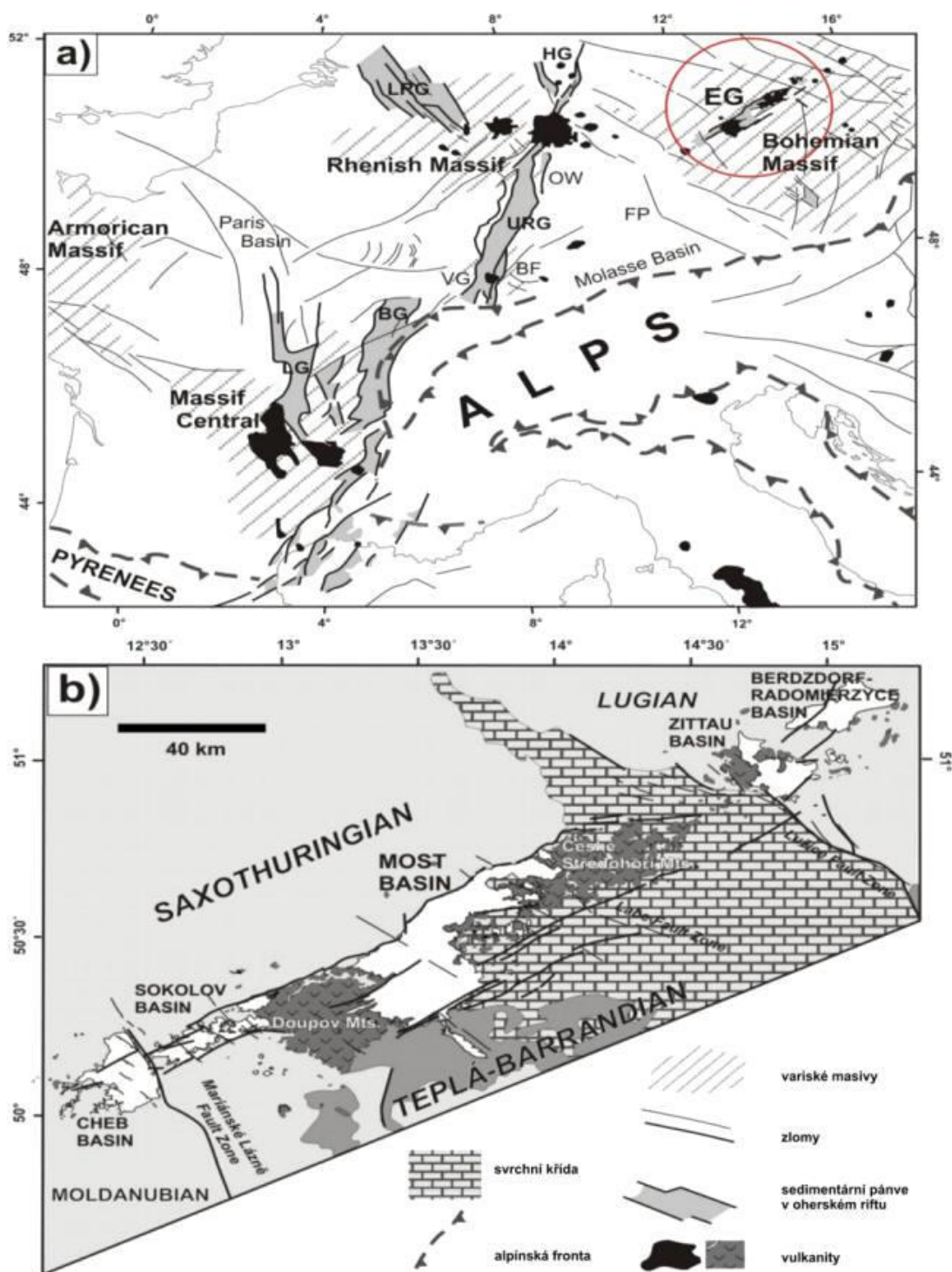
NINOT et al. in PYŠEK et al. (2001) hodnotili různé rekultivační techniky v na živiny chudých hnědouhelných pustinách v horských a podhorských pásech východních Pyrenejí – lesy *Quercus* a *Pinus* a mesoxerofilní pastviny. Po 7-8 letech, se obě kategorie, rekultivované lokality a spontánně obnovené, výrazně liší ve složení vegetace, i když lze konstatovat, že vhodná volba osetých druhů a vzdálenost nerušené vegetace urychluje sukcesí. Nejstarší **sukcesní** stádia hostí i dvakrát více druhů než plochy technicky rekultivované, u kterých došlo k rychlejšímu vývoji vegetace v počáteční fázi projektu, zatímco u spontánně zarostlých lokalit dochází k osídlení v delším časovém horizontu (HODAČOVÁ et PRACH, 2003). Nakonec však přirozené sukcesní pochody interferují s takto rekultivovanou krajinou (PRACH, 2010, in ŘEHOUNEK et al., 2010).

6 Charakteristika studijního území

6.1 Geologie Sokolovské pánve

V **terciéru** byl téměř celý Český masiv souší, pouze na jihovýchodní okraj periodicky pronikaly transgrese moře. Množství příčných a kosých zlomů daly vzniknout příkopům se strmými stěnami (SEKERÁŠOVÁ, 2011). **Oherský rift** (tektonický příkop, **Obrázek 6.1**), jako jedna z větví tektono-sedimentárního systému západní a střední Evropy (RAJCHL, 2006 in SEKERÁŠOVÁ, 2011), známý intradeskovým vulkanismem, je tvořen soustavou samostatných tektonických depresí (ADAMOVIČ et COUBAL, 1999 in SEKERÁŠOVÁ, 2011). Byl nejnižší částí Českého masivu a tehdejší velmi odlišný říční systém odváděl vodu právě do tohoto příkopu (MALKOVSKÝ, 1979 in GRYGAR, 2020), a tak zde docházelo i k ukládání mohutných vrstev **říčních sedimentů**.

Podkrušnohorská pánev (Chebská, Sokolovská a Severočeská) se táhne podél jižního okraje Krušných hor ve své délce cca 140 km a šířce téměř 10 km (PŘIKRYL,



Obrázek 6.1 Pozice oherského riftu v rámci evropského kenozoického riftového systému (obr. a - červená elipsa) a jeho vnitřní členění na dílčí pánve a hlavní vulkanické komplexy (obr. b). Upraveno podle Rajchla (2006) (SEKERÁŠOVÁ, 2011)

2006 in KORANDOVÁ, 2011), i když bylo nejspíš původně větší. Rozlohu pánve ovlivnily poklesy na podkrušnohorském a středovském zlomu, a proto se vrstvy sedimentů výrazně sklánějí do centra pánve (GRYGAR, 2020). Od Chebu směrem k SV, ve směru toku Ohře a Bíliny, se snižuje jak nadmořská výška (450 – 200 m

n.m.), tak i roční úhrn srážek (750 na 400 mm) (PŘIKRYL, 2006 in KORANDOVÁ, 2011).



Obrázek 6.2 Grassetský zlom porušující sloj Antonín na Lomu Jiří v sokolovské pánvi. V nadloží relativně málo ukloněné listrické plochy zlomu vystupuje cyprisové souvrství. Foto GALEK in GRYGAR, 2020



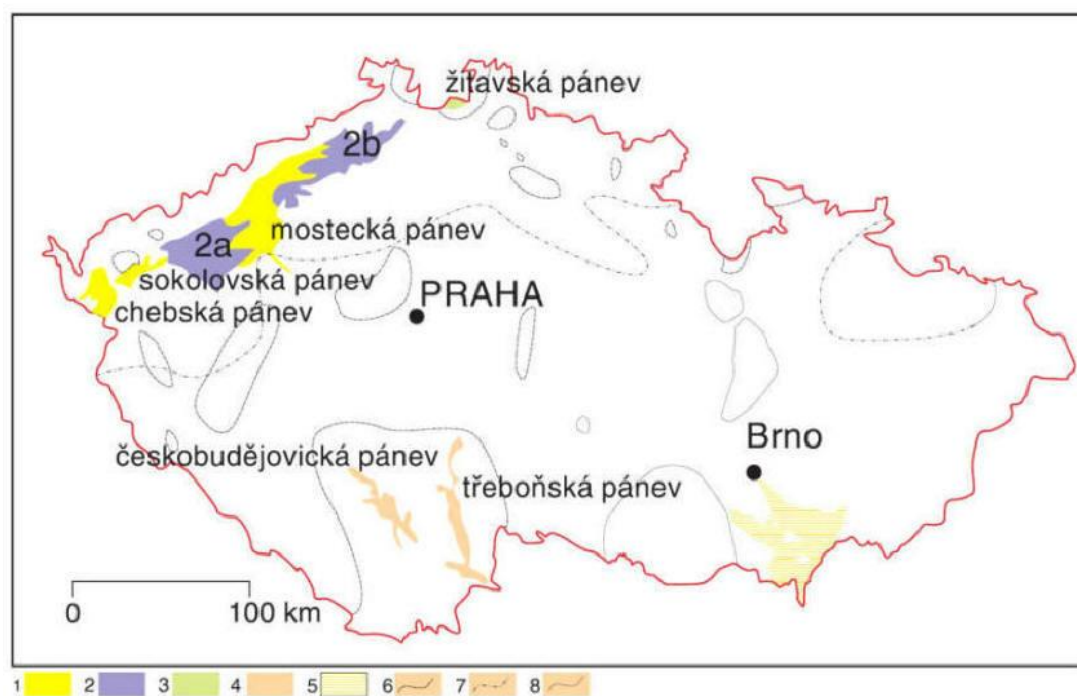
Obrázek 6.3 Doupovské hory – Vojkovická skála (KUČERA, www.profifotoart.cz)

V tektonicky oslabené zóně oherského riftu zkolabovala ztenčená zemská kůra a ve starším terciéru se podél tektonických linií obnovila vulkanická činnost, jejíž hlavní fáze probíhala mezi svrchním eocénem a spodním miocénem, tj. 43-16Ma, (CHLUPÁČ, 2002; ROJÍK, 1999 in BURYAN, 2010; GRYGAR, 2020) a

vyvrcholila uložením až 700 m mocných říčních a jezerních klastik s **uhelnými sloji**. Výron alkalických magmat trval až do kvartéru. Největším aktivním vulkánem v této oblasti (i na našem území) byl stratovulkán Doupovské hory se svou rozlohou více než 1200km² a posledním byla Komorní hůrka, cca do 0,5 Ma (GRYGAR, 2020).

Sokolovská pánev zaujímá plochu asi 200 km². V severní části tvoří její hranici Krušné hory, respektive krušnohorský zlom, na východě Doupovské hory, na jihu Slavkovský les a na západě Lítov a Chlum Svaté Máří (CHLUPÁČ, 2002; ŠTÝS et al., 2014). Celá pánev má elipsovitého charakter a tvoří ji tři uhelné sloje: Josef (5-15

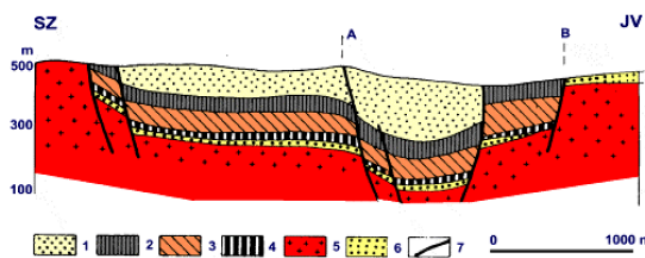
m), Anežka (4-8m) a Antonín (27-32m), různého plošného rozsahu (**Obrázek 6.2 a Obrázek 6.5**) (BURYAN, 2010, ŠTÝS et al., 2014).



Obrázek 6.4 Rozšíření terciérních sedimentů Českého masivu (GRYGAR, 2020):

1 - podkrušnohorské pánve, **2a** - vulkanický komplex Doupovských hor, **2b** - vulkanický komplex Českého středohoří, **3** - žitavská pánev (česká část), **4** - jihočeské pánve, **5** - autochtonní paleogén na JV svazích brunovistulika skrytý pod sedimenty předhlubně a karpatskými příkrovy, **6** - oblasti s relikty sladkovodních terciérních sedimentů, **7** - okraje rozšíření drobných těles neovulkanitů, **8** - oblasti s relikty převážně mořských sedimentů výběžků karpatské předhlubně.

V nejstarších vrstvách se vyskytují převážně říční sedimenty a kaolinitové jílovce, později vulkanoklastická složka (ROJÍK, 1999 in BURYAN, 2010, GRYGAR, 2020) s říčními, bažinnými a jezerními sedimenty s uhelnými slojemi (BURYAN et al., 2005; AMBROŽ, 1958; WEISS et KUŽVART 2005 in BURYAN, 2010; GRYGAR, 2020). Od miocénu se postupně objevují minerály: jílové slídy, Mg-Ca, montmorillonitu, nontronitu a chlorit s doprovodem karbonátů Ca, Mg, Fe a Mn, sulfátů, K-živce a analcimu (HEZINA, 2001; ROJÍK, 1999 in BURYAN, 2010).



Obrázek 6.5 Řez Sokolovskou pánví (BURYAN, 2010)

1 - cyprisové souvrství, **2** - slojové souvrství, **3** - vulkanogenní souvrství, **4** - souvrství sloje Josef, **5** – biotitická žula, **6** – starosedlecké souvrství, **7** – zlomy (A – novosedlecký zlom, B – sokolovský zlom), SZ - severozápad, JV – jihovýchod

Poslední vrstvou třetihorních uloženin, pod nánosem materiálu pleistocenního a holocenního stáří (JUREKOVÁ, 2014) o mocnosti 1-3 m, je až 200 m mohutné (GRYGAR, 2020) **cyprisové souvrství** tvořené jezerními sedimenty– miocenními



Obrázek 6.6 Skrývkový jíl (autorka, 2020)

cyprisovými jíly (BEJŠOVEC et MILIČ, 1994; CHLUPÁČ, 2002) a hlinitokřemičitanovými jíly, obsahujícími vysoké množství kovů alkalických půd s převahou Ca^{2+} (HEZINA, 2001). Název tohoto šedomodrého jílu (ROJÍK, 1999 in BURYAN, 2010) je odvozen od běžného výskytu fosilií třetihorního korýše *Mytilocypris praenuncia*

(BEJŠOVEC et MILIČ, 1994; CHLUPÁČ, 2002; BROUMOVÁ et al., 2007; FIŠER, 2011) nebo skořepatce *Cypris Angusta* (CHLUPÁČ, 2002; FROUZ et al., 2007; BURYAN, 2010), kteří se zde v třetihorách usadily na dně jezera. V celé mocnosti jílovců je v puklinách často přítomen **pyrit** (AMBROŽ, 1958 et WEISS, KUŽVART, 2005 in BURYAN, 2010).

6.2 Hornická činnost v Sokolovské pánvi

První věrohodné zprávy o povrchovém sběru či rýžování cínu jsou staré již více než tisíc let, rudné hornictví zde dosáhlo svého vrcholu především v první polovině 16. století. Ze stejného období pochází i první zmínky o výskytu uhlí (AGRICOLA, 1933; FROUZ et al., 2007), o hlubinné těžbě uhlí pak až o 100 let později. K přechodu na lomovou těžbu dochází až po roce 1945 (FROUZ et al., 2007). V současné době jsou v provozu lom Marie, Lomnice, Jiří a dotěžuje se Medard – část Davidov.

Důsledkem lomové těžby je deformace krajiny, likvidace biotopů (6.6), převrstvená zemina na výsypkách, znečištění životního prostředí emisemi a vysoká prašnost z území zbavené vegetace. Od 2. poloviny 80. let se zavádějí moderní technologie snižující emise a znečištění (FROUZ et al., 2007).



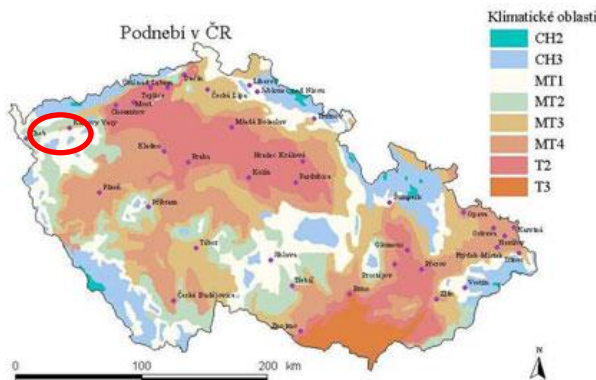
6.6 Devastace krajiny těžbou – Lomnice a postupující lom Jiří (mapy.cz, 2003 vs. 2020)

6.3 Faktory ovlivňující vývoj prostředí na sokolovských výsypkách

6.3.1 Klimatické podmínky

Střední Evropa náleží k Hercynské oblasti, kde pod sedimenty druhohorních a třetihorních moří i čtvrtohorními nánosů nalezneme staré hercynské povrchy. Tato oblast se rozprostírá od severního alpsko-karpatského oblouku a tvoří pás od Pyrenejí po východní Polsko. Příčinou variabilního podnebí bez extrémních výkyvů v mírném

pásmu střední Evropy je silné míchání vlhkého oceánského, přechodného a suchého pevninského klima. Převládající západní proudění s přílivem oceánského vzduchu, který je výrazně ovlivněn teplým mořským Severoatlantským proudem, a z východu s kontinentálním prouděním z Asie tvoří jeden ze zásadních faktorů



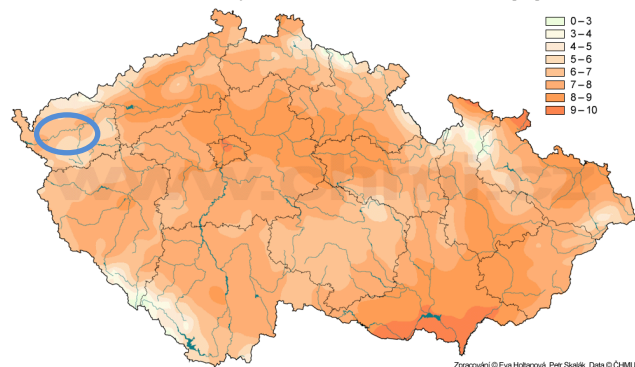
6.8 Klimatické oblasti ČR

určujících srážkové úhrny a rozložení teplot v České republice. Dalším význačným faktorem jsou horská pásma a masívy, které brání pohybu větrů od Atlantského oceánu a Severního ledového oceánu a jsou tak přirozenou ochrannou bariérou před chladným vzduchem ze severu a teplým vzduchem z jižní Evropy od Středozemního moře. Směrem od východu k západu narůstají průměrné roční teploty a zvyšuje se i celkový úhrn srážek (anonymous, 2020).

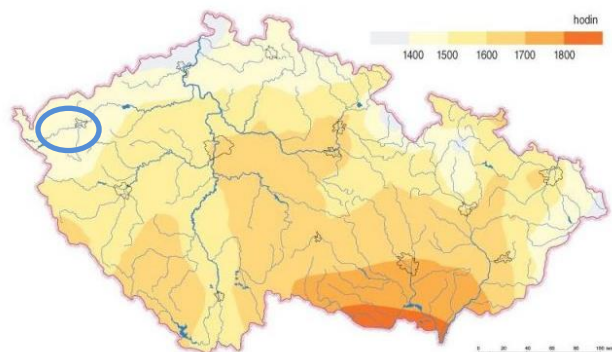
Klimatické podmínky v České republice můžeme rozdělit do 3 přirozených klimatických oblastí – teplou, mírně teplou a chladnou. Toto základní rozdělení se nadále jemněji člení

(obrázek 6.8). Za takový počet oblastí při rozloze ČR může pestrá výšková rozmanitost, od ní se odvíjejí i další podmínky jako je průměrná teplota vzduchu, úhrn

roční teplota vzduchu za období 1961–1990 [°C]



6.7 Průměrná dlouhodobá roční teplota vzduchu (ČHMÚ, 2020)



6.9 Průměrný roční úhrn doby trvání slunečního svitu (ČHMÚ, 2020)

srážek apod. Karlovarsko svou polohou náleží do mírně teplé, podoblasti mírně vlhké (MT2) až mírně chladné (MCH) oblasti s převážně mírnou zimou. Směr větru je místně velmi proměnlivý, závislý na reliéfu krajiny. Průměrná dlouhodobá roční teplota je 7,0 °C (obr. 6.7), v roce 2019 dosáhla hodnoty 8,3 °C s největší odchylkou od dlouhodobého průměru v červnu (ČHMÚ, 2020).

Zásadním faktorem pro teplotu vzduchu je sluneční svit. Na obrázku 6.9 je znázorněno umístění sokolovské hnědouhelné pánve, která patří k místům s menším úhrnem doby trvání slunečního svitu s pouhými 1470 hodinami za rok.

6.3.2 Mikroklima

Při lomové těžbě a deponování skrývkových hmot vznikají nové recentní útvary (VRÁBLÍKOVÁ, 2008 in VRÁBLÍKOVÁ et al., 2008), povrchy s různě členitým



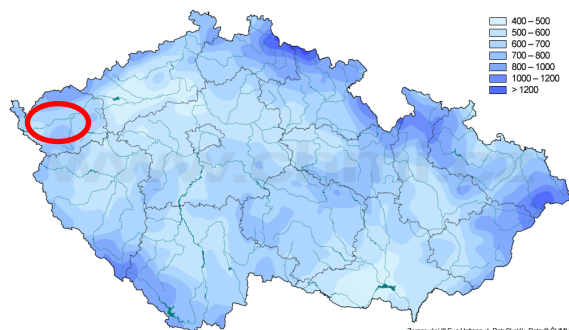
6.10 Vnitřní výsypka lomu Jiří (mapy.cz, 2020)

reliéfem, tzv. mikro- a mezoreliéfově členité výsypky (PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010), obr. 6.10. Taková vertikální mozaika působí na biologickou diverzitu blahodárně. Vysoká úroveň odparu z jezírek, mokřadů, potoků aj. významně snižuje teplotní amplitudy a činí tak mikroklima příjemnější. Pokud na území chybí dostatek vegetace, pak se sluneční záření přeměňuje v tepelnou energii (BROUMOVÁ et

al., 2007), což přináší výrazné kolísání teplot v průběhu dne (FROUZ et al., 2007) a tím i k vlhkostním fluktuacím. Působením větru půda nadále vysychá a snižuje se tím její produktivita. Dalším činitelem zásadně ovlivňujícím mikroklima je prašnost ze samotných těžebních prostorů, výsypek a hospodárnic (VRÁBLÍKOVÁ, 2008 in VRÁBLÍKOVÁ et al., 2008). Na základě expertíz vědeckých pracovníků Sokolovské uhelné se dá očekávat mírná změna mikroklima v okolí velkých vodních ploch. V období od srpna do října průměrné **teploty nepatrně stoupnou** – o 0,1 až 0,2 stupně – a v zimě naopak klesnou. Změní se cirkulační poměry – západní **vítr zrychlí** až o 1,5 metru za vteřinu. O dvě až čtyři procenta **stoupne relativní vlhkost** vzduchu. Častěji se mají vyskytovat mlhy.

6.3.3 Hydrické poměry

Na nově vytvořeném území jsou výrazně narušeny hydrogeologické podmínky (VRÁBLÍKOVÁ, 2008 in VRÁBLÍKOVÁ et al., 2008), které se musí přirozeně obnovit nebo jsou obnovovány rekultivací. Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole (6.3.2 Mikroklima), existence vegetačního pokryvu výrazně ovlivňuje hospodaření



6.11 Průměrný dlouhodobý roční úhrn srážek 1961-1990 [mm] (ČHMÚ, 2020)

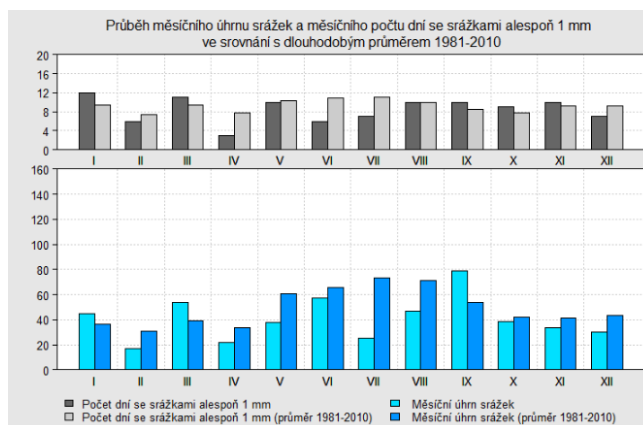
s vodou a její přítomnost v krajině, a naopak úhrn srážek a dostupnost vodních zdrojů má rozhoduje o složení druhů na území o větší rozloze (PRACH, 2001; BROUMOVÁ et al., 2007; FROUZ et al., 2007).

Dlouhodobý průměrný měsíční úhrn srážek na Karlovarsku činí 673 mm (ČHMÚ, 2020), viz. 6.11. Na obrázku 6.12 je srovnání roku 2019

s dlouhodobým průměrem, kde srážkový úhrn dosahuje 98 % tohoto dlouhodobého průměru.

Část vody se v závislosti na zemském pokryvu odpaří, část odteče, část se vsákne. Na Sokolovsku se v rámci hydrických rekultivací buduje několik velkých vodních nádrží.

To není případ výsypek, jejichž drobné tůňky a mokřady jsou převážně napájeny srážkovou nebo průsakovou či důlní vodou. Dle výzkumu BROUMOVÉ et al. (2007) má zdejší jíla schopnost úspěšně neutralizovat kyselinu sírovou vznikající oxidací pyritů. Důsledkem toho má voda neutrální až mírně alkalické pH, a proto ve zdejší vodě nalezneme i výrazný rozdíl v koncentraci těžkých kovů. Další objevenou vlastností zdejšího jílu bylo obohacování vody o další minerály. Zjistily, že v necelých 70% zastoupení síranů můžeme objevit podobnost s jinými důlními prameny, stejně tak v poměru Mg:Ca (1:2) a v nízkých koncentracích sloučenin N a P. Zřetelný je i výskyt aniontu HCO_3 (12 % objemu rozpuštěných látek) a kationtu Na (až 11 % rozpuštěných látek), v koncentracích několikanásobně vyšších než v jiných kyselých důlních vodách (AMD). Vyšší pH umožňuje srážení železa s tvorbou rezavých nánosů, které pro řadu zástupců mokřadní vegetace nejsou příliš vyhovující (FROUZ et al., 2007). Toho využila i Sokolovská uhelná při napouštění jezera Medard a proti sinicím přivedla potrubím kyselou důlní vodu z lomu Jiří (MF dnes, 2009).



6.12 Průběh měsíčního úhrnu srážek a měsíčního počtu dní se srážkami alespoň 1mm v roce 2019 (ČHMÚ, 2020)

6.3.4 Půdní podmínky

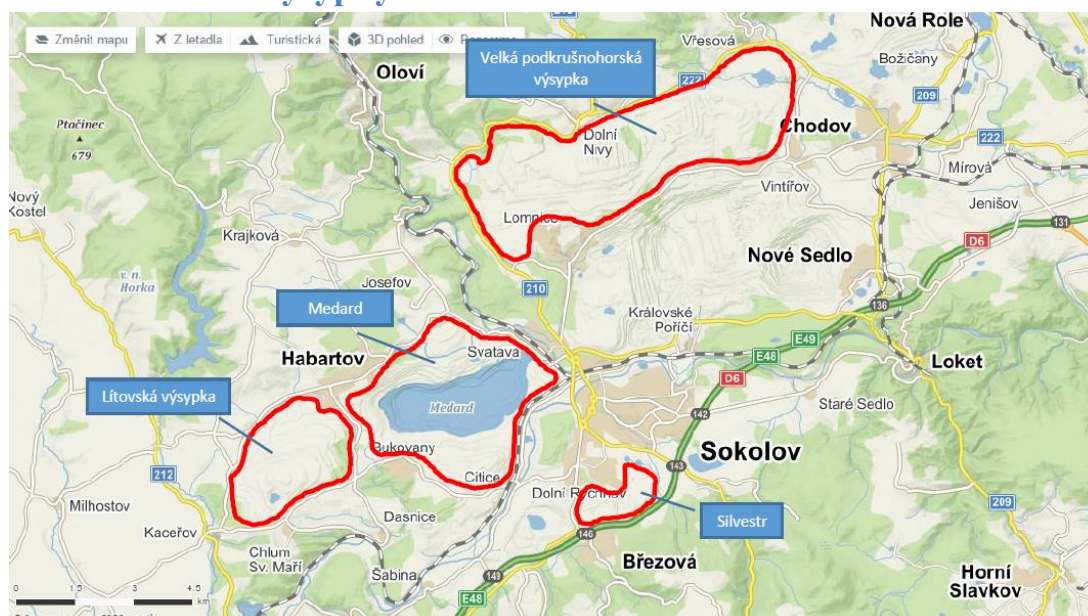
Půda má řadu významných funkcí. Je tvůrcem podmínek pro vývoj rostlin a působí na režim vody a jiných substancí v krajině, hraje proto důležitou roli i v tvorbě druhové rozmanitosti (FROUZ et.al., 2007). Zdejší skrývkové zeminy jsou formovány výše zmíněnými jílovitými substráty (v části 6.1). Tyto substráty jsou poměrně příhodné pro následnou tvorbu půdních vrstev, jejich pH je výrazně proměnlivé a pohybuje se mezi pH 2,7 - 8,5 (FROUZ et.al., 2007). KORANDOVÁ (2011) ve své práci srovnává výsledky obsahu rozpuštěných látek s analýzami provedenými HEZINOU v roce 2001: sírany jsou stále v poměrně vysoké koncentraci, přesto, jako i u ostatních rozpuštěných látek, se jejich množství výrazně snížilo. Naopak došlo k navýšení pH do neutrálních až lehce alkalických hodnot a tím i ke zvýšení množství solí.

6.3.5 Biotické vlivy

Sukcese mechového, ale především bylinného patra na výsypce může být do jisté míry blokována nebo alespoň výrazně ovlivňovaná působením lesní zvěře, která se na výsypku stahuje. K poškozování vegetace mechového a bylinného patra obzvláště činností prasete divokého (*Sus scrofa*) je minimální.

Takové mechanické disturbance mohou být pro biodiverzitu dokonce blahodárné (PRACH, 2001). Umožňuje uchycení semínek nových a méně konkurenceschopných druhů šířených zástupci i ostatní fauny, především pak ptáky, přežívání druhů specializovaných na počáteční sukcesní stádia a blokuje růst dominantních K-strategů. Stádium primární sukcese vytvářejí optimální podmínky pro kolonizaci těchto dosud neobsazených biotopů větším počtem druhů. Jsou to přirozené způsoby, jakými reliéf vytváří nové, přirozenější pole stability a mozaiku stanovišť (GREMLICA et al., 2013).

6.4 Studované výsypky



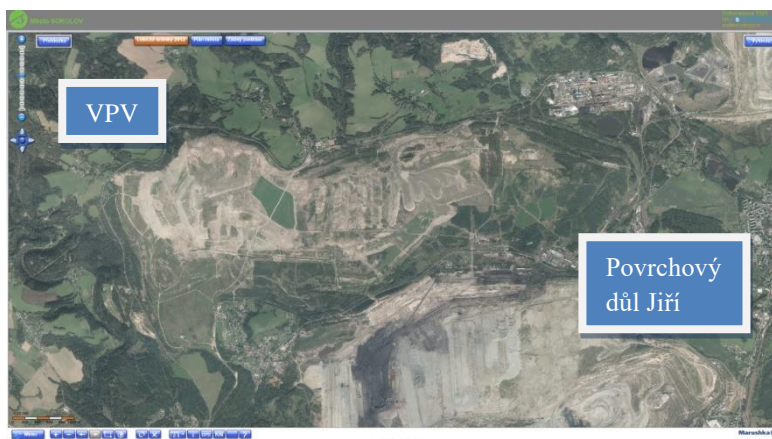
6.13 Vymezení sledovaných výsypků v rámci sokolovské hnědouhelné pánve (mapy.cz, 2020)

Pro depozici skrývkových zemin jsou využívány vnitřní nebo vnější výsyvky. Většina vnějších výsypek jsou bývalá lomová území. V okolí Sokolova v post-těžební krajině, je přibližně 90 km² výsypek, více než polovina z nich byla rekultivována nebo rekultivace právě probíhá, nemalá část je též ponechána ladem a probíhá zde spontánní sukcese (FROUZ et al., 2009).

6.4.1 VPV – Velká podkrušnohorská výsypka

Velká podkrušnohorská výsypka (Obrázek 6.14) se nachází asi 2,5 km severovýchodně od města Sokolov mezi obcemi Lomnice a Vintířov v nadmořské výšce 450–470 m n.m.

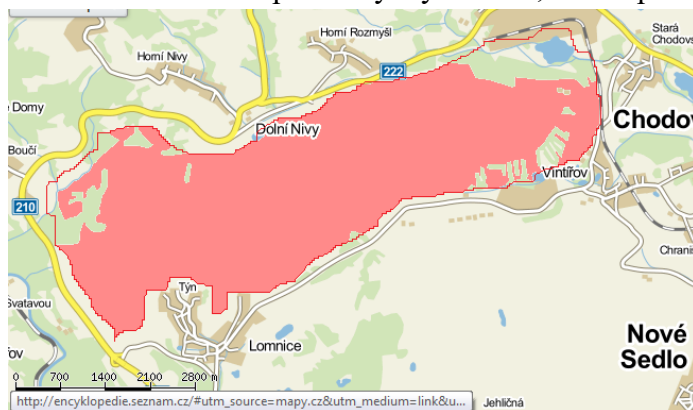
a její dva vrcholy dosahují výšky 600 m n.m. (RIPL, 1995). Výsypka začala vznikat před 30 lety (od roku 1960) jako vnější deponie skrývkové zeminy, převážně cypřišových jílů, z velkolomové těžby povrchového



6.14 Letecký snímek VPV

lomu Jirí. Do roku 2003, kdy bylo ukládání ukončeno, bylo navezeno na 800 miliónů m³ skrývky. VPV při své délce 8,5km a šířce až 2,5km zabírá téměř 1960 ha, tím je jednou z největších deponií v ČR (BEJŠOVEC et MILIČ, 1994; RIPL, 1995).

Tato rozlehlá výsypka je poměrně pestrá. Najdeme zde plochy jak zcela technicky rekultivované a hospodářsky využívané, tak i plochy přírodě blízkého rázu, a to



6.15 Vymezení VPV

především v okrajových částech, kde nálety z okolní krajiny vykonaly svou práci a můžeme zde najít vzrostlé zapojené sukcesní lesy staré i 30 let. Samotné sanační práce započaly ještě před ukončením návozu na VPV a pokračují stále i dnešním dnem. Mimo klasické druhy rekultivací, jako jsou lesnické a zemědělské, probíhá i tvorba stanovišť se zvláštní funkcí – mokřady, hnízdiště ptáků, hospodárnice, stezky pro pěší a pro cyklisty a od loňského roku započaly práce na výstavbě polygonu, testovacího okruhu automobilky BMW – pro vývoj a testování úplně nových technologií – autonomní jízdy, elektromobilů, vodíkových vozů atd.

6.4.2 Medard-Libík

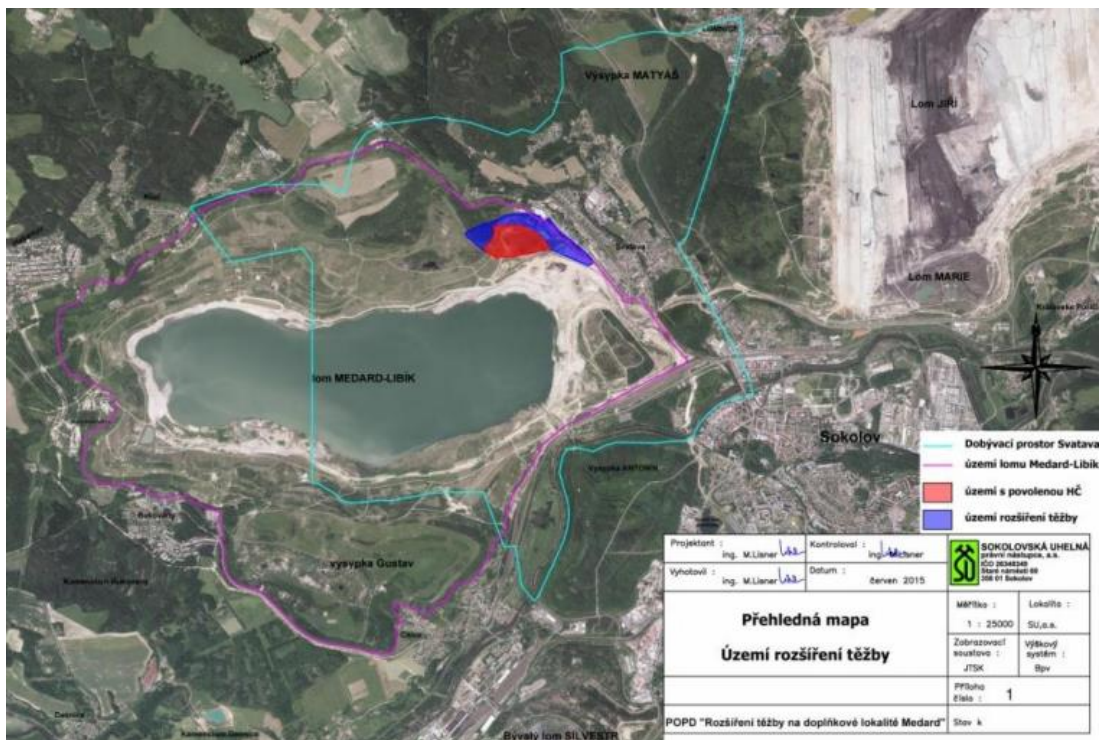
Těžba v lomu Medard-Libík probíhala v letech 1872-2000. Po demontáži a likvidaci veškerého důlního zařízení, vybudování protlaků pod liniovými stavbami a stavbě napouštěcího kanálu může postupně, od roku 2008, docházet k zatápní dešťovými a spodními vodami, následně, od října 2011, k řízenému napouštění z řeky Ohře na konečnou kótu hladiny 401 m n.m. Celková plocha tzv. „Sokolovského moře“ je 493,4 ha, šířka 1,5 km a délka 4 km, nejvyšší hloubka dosahuje 50 m. Do okolí byla navezena sanační zemina, upravena břehová linie dlouhá přes 12 km a vysazena vegetace. Jedná se o druhý zatopený lom v okolí Sokolova (www.suas.cz 2020). V současné době se dotěžuje hnědé uhlí v části lomu zvaném Davidov (Obrázek 6.18).



6.16 Lom Medard-Libík v roce 2003



6.17 Lom Medard-Libík v roce 2016



Obrázek 6.18 Oznámení záměru rozšíření těžby – Medard (MORVICOVÁ, MORVIC, 2015)

6.4.3 Silvestr



6.19 Rekultivovaná výsypka v lomu Silvestr (mapy.cz, 2020)

Lom Silvestr (Silvester, Sylvester) byl otevřen v roce 1939 s těžbou uhlí od roku následujícího. Původní výsypka byla umístěna východně od lomu. V roce 1981 byla těžba ukončena a část území byla přenechána uhelné Elektrárně Tisová (ETI) k plavení popílku.



Obrázek 6.20 Vyuhlený důl Silvestr (JISKRA, 1997)

Další část, více než polovina jámy, byla zavezena skrývkovou zemínou z lomů Medard a Marie. Po odvodnění terénu do 7 malých vodních ploch a úpravě terénu, byl po

provedení lesnické a zemědělské rekultivace v roce 2010 v západní části zřízení lesopark s 10 km cest, loukami a rybníčky. Ve východní části (cca 10 ha) bylo vybudováno 18-ti jamkové golfové hřiště.

ETI

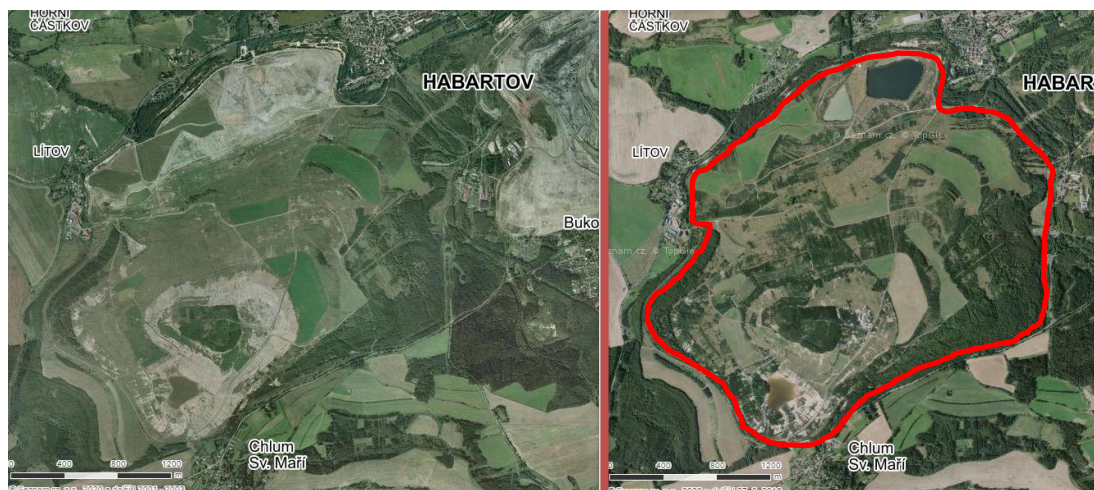


Obrázek 6.21 Lom Silvestr před rekultivací v roce 2003 (www.mapy.cz, 2003)



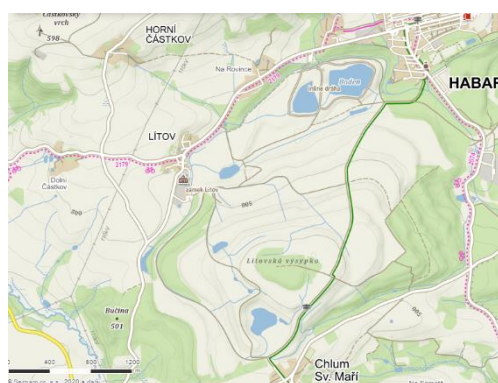
Obrázek 6.22 Bývalý lom Silvestr - lesopark a golfové hřiště (autorka, 2020)

6.4.4 Lítov



6.23 a/ a b/ Lítovská výsypka 2003 vs. 2016

Vznikla jako vnější výsypka dolu Medard (r. 1920), Libík a Boden, čímž se nadmořská výška změnila z původních 450-540 m n.m. na 570 m n.m. Její rozloha přesahuje 720 ha. Skrývka zde byla uložena v převráceném pořadí, než bývá zvykem. Nejsvrchnější část převrstvené zeminy je tvořena převážně toxickými tuftickými jíly. Ukládání skrývky bylo ukončeno v roce 1997. V současné době patří výsypka se svými naučnými stezkami, jako umělá polopoušť, do Geoparku Egeria (součást Česko-bavorského geoparku) (www.geopark.cz, 2020).



6.24 Lítovská výsypka se znázorněnými vrstevnicemi (mapy.cz, 2020)

6.5 Studované vodní plochy

V následující části jsou představeny jednotlivé vodní plochy dle příslušnosti ke kategorii „pata, rekultivace, sukcese“. Na Obrázek 6.25 je znázorněno rozmístění vodních ploch v rámci Sokolovské hnědouhelné pánve.

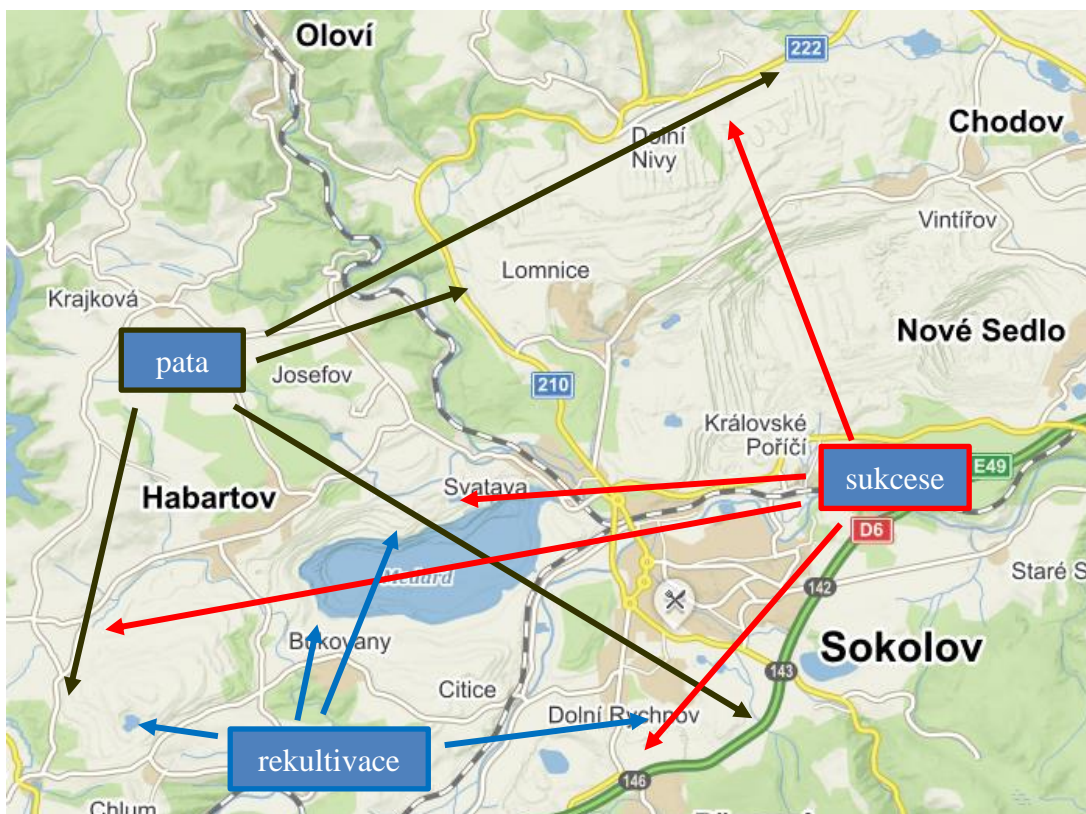
Legenda k fotografiím (letecké mapy, <https://mapy.cz> on line, 2020):



vymezení hlavní části mokřadu

vymezení hranic nivy

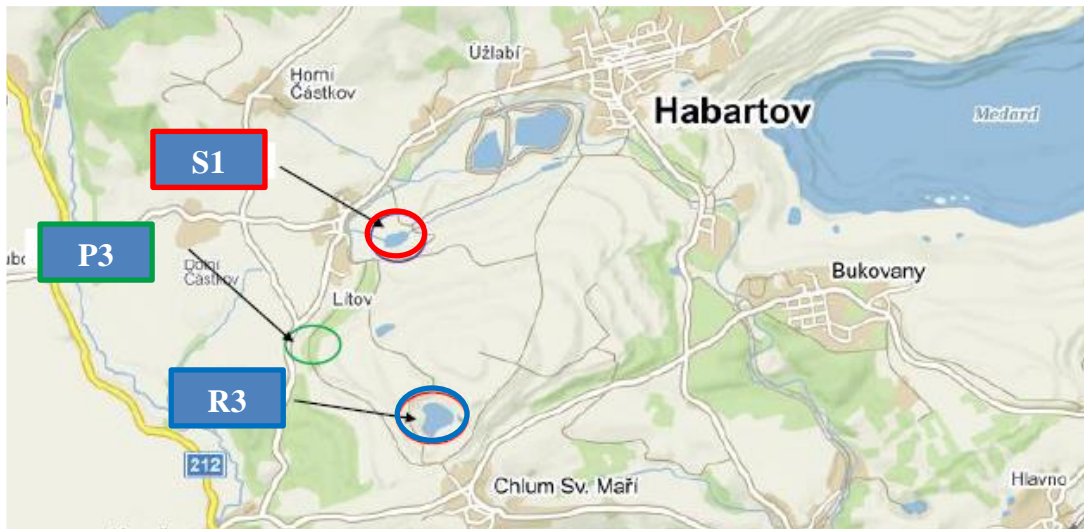
přítok / odtok mokřadu, v závislosti na směru šipky



Obrázek 6.25 Umístění jednotlivých studovaných vodních ploch v rámci Sokolovské pánve (mapy.cz, 2020)



Obrázek 6.26 Velká podkrušnohorská výsypka (mapy.cz, 2020)



Obrázek 6.27 Výsypka Lítov



Obrázek 6.28 Výsypka Silvestr



Obrázek 6.29 Medard-Libík

6.5.1 Plochy vzniklé přirozenou sukcesí při patě výsypky (P)

6.5.1.1 P1 – VPV – Vránov



6.33 VPV Vránov, 2016 (mapy.cz, 2020)

ptactvem: kachna divoká (*Anas platyrhynchos*), lyska černá (*Fulica atra*), volavka popelavá (*Ardea cinerea*). Asi 30 metrů směrem na Z-JZ, přes silnici, je EVL (NPP) Pískovna Erika s výskytem čolka velkého (*Triturus cristatus*), čolka obecného (*Lissotriton vulgaris*), skokanů (*Rana sp.*), rosničky zelené (*Hyla arborea*), ropuchy krátkonohé (*Epidalea calamita*), kolonie břehule říční (*Riparia riparia*) a téměř 30 druhů vážek (*Odonata*) (www.ochranaprirody.cz, 2020)

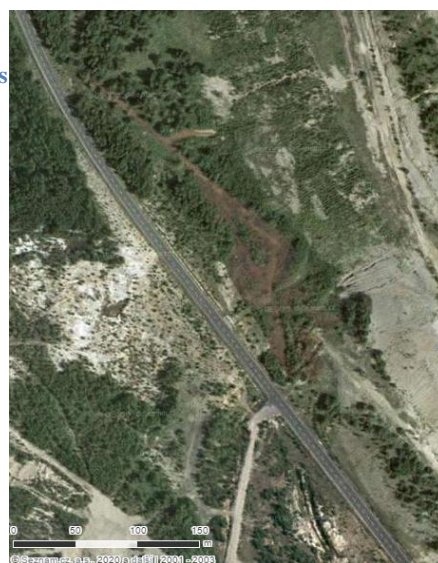


6.32 VPV Vránov (autorka, 2020)



6.30 VPV Vránov s vrstevnicemi (mapy.cz, 2020)

6.31 VPV Vránov v letech 2001-3 (mapy.cz, 2020)



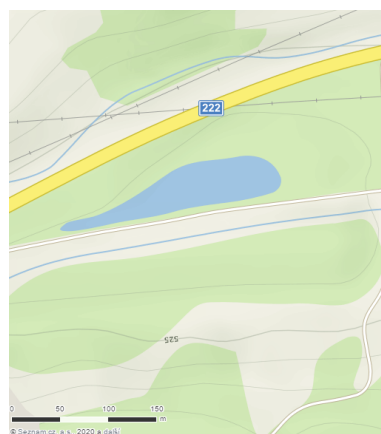
© Seznam.cz, s.r.l., 2020 (data 2001-2003)

Svah výsypky – JV, V, SV – s jednodruhovou (*Pinus silvestris*) lesnickou rekultivací. V JV části dochází k tvorbě erozních rýh. V místě dnešního mokřadu původně sukcesní les převážně s *Betula pendula* a *Alnus glutinosa* (obrázek 6.31). Z výsypky 4 vydatné přítoky silně železité vody. Půdní pokryv značně disturbovaný černou zvěří, především prasetem divokým (*Sus scrofa*). Mokřad je trvale obýván

6.5.1.2 P2 – VPV – Satr

Jedná se o jeden ze soustavy patních mokřadů. Nachází se v rovinnatém terénu s drobnými tůňkami a přítoky, celá oblast mokřadu je tvořena sukcesním lesem s převahou *Alnus glutinosa* a *Betula pendula*. Celá S-SZ-Z část je vydatně podmáčená s bujnou vegetací. Nejhlubší část mokřadu je pravděpodobně v jižní části mokřadu podél hospodárnice.

Zaznamenán výskyt druhů řádu žab (*Anura*) a vodního ptactva: *Anas platyrhynchos*, *Fulica atra*, *Ardea cinerea*. Dle informací místních rybářů je mokřad obýván rybami.



6.35 Satr s vrstevnicemi (mapy.cz, 2020)



6.34 VPV Satr (autorka, 2020)

Nalezeny známky přítomnosti lesní zvěře: *Sus scrofa* a přímo na vyvýšenině mokřadu nora jezevce lesního (*Meles meles*).



6.36 VPV Satr (mapy.cz, 2020)

6.5.1.3 P3 – Lítov – Labutě



6.37 Lítov pata v roce 2016 (mapy.cz, 2020)

Mělký mokřad uzavřený mírným svahem výsypky s porostem listnatých dřevin a s několika přítoky železité průsakové vody. V severozápadní části louka.

Východní břehy nesou známky přítomnosti zvěře, obzvláště *Sus scrofa*. V této části dokonce zcela chybí *Typha sp.* Pravidelný je výskyt a hnízdění evidovaného páru labutě velké (*Cygnus olor*), dále pak *Fulica atra*, *Anas platyrhynchos*, čejky chocholaté (*Vanellus*



6.38 Lítov pata – a/ celkový pohled, b/ labuť velká (autorka, 2020)

vanellus). Mezi dalšími druhy např. užovka obojková (*Natrix natrix*), plovatka (*Lymnaea sp.*) a zástupci řádu *Anura*.

6.5.1.4 P4 – Silvestr – Golf



6.39 Silvestr – Golf (mapy.cz, 2020)

v závislosti na množství srážkové vody. S tím souvisí i vydatnost odtoků na JZ a V (s trubkovou propustí skrz svah pod hospodárnici). V blízkém okolí sukcesní les stáří více než 40 let.

V litorálu mokřadu odumírající břízy bělokoré. Celý areál golfového hřiště je obehnan ohradníkem proti přístupu divoké zvěře z okolní krajiny.

Příkré svahy po obvodu **mělkého** mokřadu tvořené převážně jílovou zeminou. Pouze z jihozápadní strany otevřený odtok do soustavy dalších patních mokřadů. Svahy jsou částečně překryté vrstvou humózního substrátu a převážně hustě porostlé bujnou vegetací, neporostlé jsou pouze místy vyskytující se strže na východním svahu.

Dva přítoky (SZ a Z) zcela suché. Modře vyznačená niva (obrázek 6.39) s různým stupněm promokření



6.40 Silvestr – Golf (autorka, 2020)

6.5.2 Plochy vybudované při hydričké rekultivaci výsypky (R)

6.5.2.1 R1 – Medard-Libík – Bukovany



6.42 Medard - R1 v roce 2016 (mapy.cz, 2020)

Jeden z prvních rekultivovaných „rybníčků“ v bývalém lomu Medard-Libík starý asi 20 let. Břehy s 30% sklonem s geotextílií pokrývá vrstva písku. Dva přítoky z okolních svahů převážně vyschlé, trubní výpusť do jezera Medard (obrázek 6.42).



6.41 Medard - R1 (autorka, 2020)



6.43 Medard - R1 (autorka, 2020)

Voda má kalné jílovité zabarvení, hladina bez jakéhokoliv zastínění. Zaznamenán výskyt druhů řádu *Anura* a drobných rybek. Dá se předpokládat občasný výskyt vodního ptactva, prostředí je však nevhodné pro jeho hnízdění.

Břehová linie s infiltrovanou vodou je poměrně úzká, 20-30 cm. Jílovitému svahu nad břehem vévodí luční vegetace.

6.5.2.2 R2 – Medard-Libík – „koupaliště“ Habartov

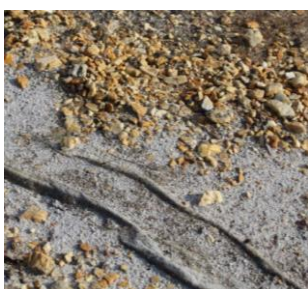


6.46 Medard koupaliště 2016 (mapy.cz, 2020)

V původním projektu zamýšlené jako veřejné koupaliště. Břehy s 20% sklonem s geotextílií pouze v jižní části pokrývá vrstva písku. V severní části byl pískový substrát spláchnut dešťovými srážkami (obr.6.44). Koupaliště je plněno vydatným přítokem kyselé železité důlní vody ze štoly Josef (pH 2,89, Fe 5,65 mg/l) (obr.6.47). Tento



6.45 Medard koupaliště (autorka, 2020)



6.44 Geotextilie (autorka, 2020)

mokřad může být dalším důkazem hypotézy BROUMOVÉ et al. (2007) o schopnosti místního výsypkového jílu neutralizovat kyselinu sírovou ve vodě. Trubní výpusť se nachází ve východní části koupaliště a ústí do jezera Medard. Mokřad postrádá stromové patro.



6.47 Koupaliště - přítok ze štoly Josef (autorka, 2020)

Místními rybáři potvrzen výskyt drobných rybek. Dá se předpokládat občasný výskyt vodního ptactva. Břehová linie s infiltrovanou vodou je celkem úzká, 10-20 cm. Většina vegetačního pokryvu nad břehovou linií je tvořena mechy.

6.5.2.3 R3 – Lítov – „Amfiteátr“

Extrémně kyselá voda s pískovými břehy. Náletové dřeviny se proto vyhýbají přímému kontaktu s povrchovou vodou (obr.6.49). V blízkém okolí byl proveden pokus o lesnickou rekultivaci výsadbou *Pinus sylvestris* (J-V-SV) a *Quercus sp.* a



6.48 Lítov Amfiteátr r.2016 (mapy.cz, 2020)



Alnus sp. v Z části. Jehličnany s menším úspěchem a na holých svazích dominují sít' erozních stružek, četné ronové rýhy a erozní strže.



6.49 Lítov Amfiteátr – a/ náletové břízy a b/ detail růstu kořenů (autorka, 2020)

Přesto voda není zcela bez života. V jižní části, s výskytem rákosu, byl spatřen bentos a občas na hladinu zabloudí vodní ptactvo (*Anas platyrhynchos*).



6.50 Lítov Amfiteátr (autorka, 2020)

6.5.2.4 R4 – Silvestr – „Labutí“ v lesoparku Dolní Rychnov



6.51 Silvestr lesopark (mapy.cz, 2020)



6.52 Silvestr lesopark 2016 (autorka, 2020)

Jezírko s lehce se svažujícími písčítými břehy se nachází v mírně zvlněném terénu, je obklopené plochami se zemědělskou (louky a pole) a lesnickou a rekultivací. Plocha s trvalými travními porosty byla oseta lučným kvítím, které v současnosti ustupuje šířící se třtině křovištní (druhu *Calamagrostis epigeios*). Zcela bez stromového patra.

Pravidelný výskyt vodního ptactva – hnízdící pár *Fulica atra* a *Cygnus olor*, V břehové linii zástupci řádu *Anura*. Vegetační kryt nese známky přítomnosti *Sus scrofa*.

6.5.3 Plochy vzniklé přirozenou sukcesí na nerektivované ploše výsypky (S)

6.5.3.1 S1 – Lítov - Ledňáček

Drobný přítok od vísky Lítov protéká podél zemědělsky využívané krajiny a vtéká do mělké prohlubně obklopené stromy listnatými (S-Z) a jehličnatými (především *Pinus sylvestris*) (J-V) vysazenými v rámci lesnické rekultivace.



Přítom došlo k opevnění 6.53 Lítov S1 - "Ledňáček" (mapy.cz, 2020)

břehů kamenným pohozením proti erozi. Západní část mokřadu byla prohloubena a opatřena požerákem s lávkou a dochází tak k nepravidelnému částečnému vypouštění, jako letos v dubnu (2020). Od západní části mokřad postupně zarůstá převážně druhy *Typha sp.* a *Phragmites*



6.54 Lítov - S1 (autorka, 2020)

australis. Příčinou je pravděpodobně eutrofní charakter přítoku. Výrazně jsou zde patrné stopy *Sus scrofa*, který využívá této mělké části k odpočinku. Stejně tak využívají rákosiny k hnízdění *Fulica atra*, *Cygnus olor* a rákosník (*Acrocephalus sp.*). Spatřen ledňáček říční (*Alcedo atthis*).

6.5.3.2 S2 – VPV – „V břížkách“



Mezi příkrými svahy ze surového výsypkového substrátu osázený smrky s nálety jedinců *B. pendula*.

V přístupnější západní části je porost *Phragmites australis* redukován *S. scrofa*.

6.55 VPV - v břížkách (mapy.cz; 2020)

Východní část porostu likvidován těžkou technikou. Během krátké přítomnosti zaznamenán výskyt nejméně 5 různých druhů vážek (Odonata sp.). Ze známek přítomnosti rybářů lze usuzovat na rybí osádku.



6.56 VPV v břížkách (autorka, 2020)

6.5.3.3 S3 – Medard-Libík – „Leknínové“



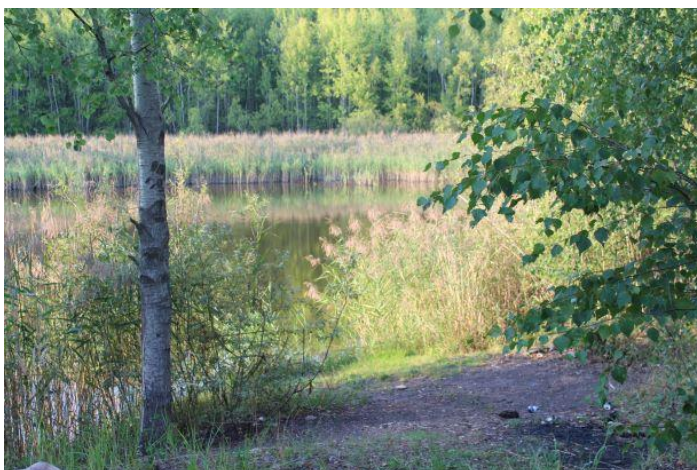
6.57 Medard-Libík "Leknínové" (mapy.cz; 2020)

V severní části převážně *B. pendula* s příměsí dalších listnatých dřevin, v jižní lesnická rekultivace s *P. sylvestris*. Stopy přítomnosti spárkaté zvěře a *S. scrofa*, a dle rybářů, v mokřadu drobné rybky.

Již v době příprav na napouštění lomu Medard-Libík, se zde nacházel mokřad se zapojenou vegetací stromového patra (obr. 6.60).



6.60 Medard-Libík "Leknínové" v letech 2001-3 (mapy.cz; 2020)



6.59 Medard-Libík "Leknínové" (autorka, 2020)



6.58 S3 s vrstevnicemi (mapy.cz, 2020)

6.5.3.4 S4 – Silvestr – „Kopec“ Dolní Rychnov

Původně 2 tůňky na vrcholové části výsypky tvoří nyní jeden celek, přičemž jižní část je hlubší. V severní části mokřadu se nachází holý svah s erozními rýhami, v okolí se zemědělsky využívanými plochami. Ostatní břehy velmi příkré se zapojenými náletovými dřevinami, převážně *B. pendula*, zčásti dosážené *P. abies*. Přítomnost spárkaté zvěře a *S. scrofa*.



6.61 Silvestr - S4 v r.2016 (mapy.cz, 2020)



6.62 Silvestr S4 v letech 2001-3 (mapy.cz, 2020) 6.63 Silvestr S4 (autorka, 2020)

7 Výsledky práce

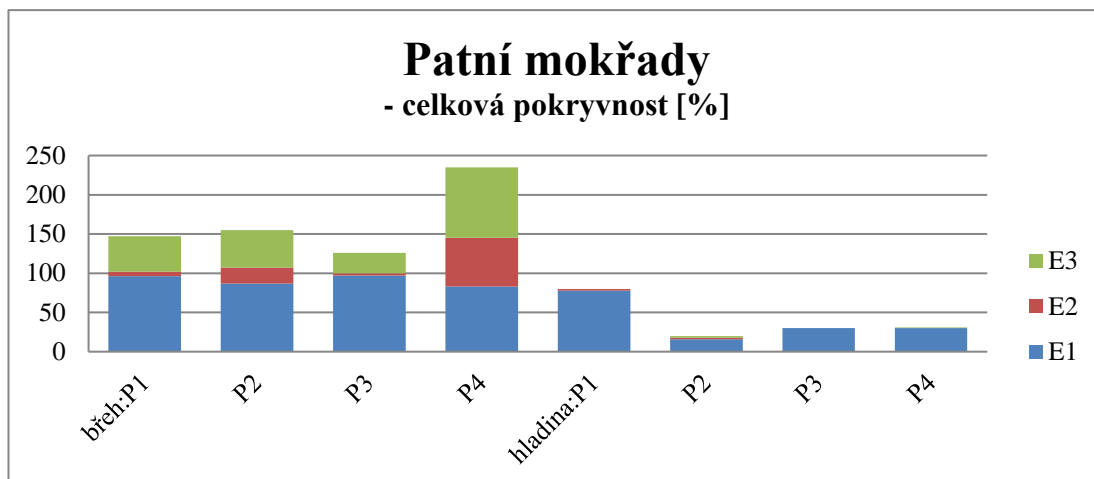
V této části jsou uvedeny, dle kategorií mokřadů:

- pokryvnost a stanovení dominance dle Braun-Blanquetova semikvantitativní stupnice s modifikací dle Westhoff & van der Maarel z roku 1978, kde hodnota 2 (5-25% pokryvnosti) nabývá hodnot: 2m (okolo 5%), 2a (5-15%) a 2b (15-25%). Akcesorické druhy, s pokryvností menší než 5 %, jsou, kvůli větší přehlednosti, uvedeny pouze ve fytoocenologických snímcích v příloze I. části 11;
- diverzita hodnocena Hillovým indexem diverzity. Nejsou bohužel započítány druhy, které se na lokalitě objevují řídké (+) nebo vzácně (r), tedy pod 1% pokryvnosti;
- chemické analýzy vody;
- grafy srovnávající zjištěné hodnoty mezi kategoriemi mokřadů **jaké**
- podstatné grafy hodnotící závislost diverzity a pokryvnosti s ostatními hodnotami (primární a doplňující grafy jsou uvedeny v části Přílohy11v příloze II.

7.1 Plochy vzniklé přirozenou sukcesí při patě výsypky (P)

kód	Pata	Vodivost ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	pH	CHSK (mg/l)	Al (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Mn (mg/l)	Fe (mg/l)	Teplota (°C)
P1	Vránov	3.160	7,29	8	0,082	960	<0,01	0,393	13,6
P2	Satr	870	7,51	39	0,091	57	0,101	0,392	13,9
P3	Lítov	3170	8,62	65	0,129	610	<0,01	0,370	16,0
P4	Golf	245	6,53	41	0,069	72	0,096	0,409	21,0

Tabulka 1 Chemická analýza vody P1-P4



Graf 1 Celková pokryvnost jednotlivých patních mokřadů dle pater

Na všech sledovaných plochách při patě výsypky bylo zjištěno celkem 138 rostlinných druhů, z toho 2 na červeném seznamu a 1 invazní.

7.1.1 P1 – VPV – Vránov

V zamokřeném území:

Dominantní: E1 – rákos obecný (*Phragmites australis*) 2b, orobinec širokolistý (*Typha latifolia*) 2a, sítina článkovaná (*Juncus articulatus*) 2a, sítina rozkladitá (*Juncus effesus*) 2a; E3 – bříza bělokorá (*Betula pendula*) 3, olše šedá (*Alnus incana*) 2a

Influentní: E1 – psineček psí (*Agrostis canina*) 2m, třtina křovištní (*Calamagrostis epigeios*) 2m

Vzácné a ohrožené druhy: sítina rybniční (*Juncus tenageia*) C1t +

Invazní druhy: lupina mnoholistá (*Lupinus polyphyllus*) 1

Hillův index diverzity: 10,59

Subjektivní pokryvnost / počet druhů: 95% / 74

V oblasti volné hladiny:

Dominantní: E1 – rdest vzplývavý (*Potamogeton natans*) 4

Influentní: 0

Vzácné a ohrožené druhy: nezjištěny

Hillův index diverzity: 1,30

Subjektivní pokryvnost / počet druhů: 75% / 17

7.1.2 P2 – VPV – Satr

V zamokřeném území:

Dominantní: E1 – lipnice obecná (*Poa trivialis*) 2b, metlice trsnatá (*Deschampsia caespitosa*) 2a; E2 – olše lepkavá (*Alnus glutinosa*) 2a; E3 – *Alnus glutinosa* 3, *Betula pendula* 2a

Influentní: E1 – *Typha latifolia* 2m, *Juncus effesus* 2m, **E3** – topol osika (*Populus tremula*) 2m

Vzácné a ohrožené druhy: nezjištěny

Hillův index diverzity: 15,86

Subjektivní pokryvnost / počet druhů: 95% / 69

V oblasti volné hladiny:

Dominantní: 0

Influentní: E1 – *Juncus effesus* 2a

Vzácné a ohrožené druhy: nezjištěny

Hillův index diverzity: 4,76

Subjektivní pokryvnost / počet druhů: 15% / 10

7.1.3 P3 – Lítov – Labutě

V zamokřeném území:

Dominantní: E1 – bahnička mokřadní (*Eleocharis palustris*) 2b, *Typha latifolia* 2a, psineček výběžkatý (*Agrostis stolonifera*) 2a, *Juncus articulatus* 2a; **E3** – *Alnus glutinosa*, vrba jíva (*Salix caprea*)

Influentní: E1 – sítina klubkatá (*Juncus conglomeratus*) 2m, psineček psí (*Agrostis tenuis*) 2a, psárka plavá (*Alopecurus aequalis*) 2m, skřípinec Tabernaemontanův (*Schoenoplectus tabernaemontanii*) 2m, vrbina obecná (*Lysimachia vulgaris*) 2m

Vzácné a ohrožené druhy: *Schoenoplectus tabernaemontanii* **C2b** 2m

Hillův index diverzity: 14,39

Subjektivní pokryvnost / počet druhů: 99% / 36

V oblasti volné hladiny:

Dominantní: E1 – *Typha latifolia* 2a

Influentní: 0

Vzácné a ohrožené druhy: *S. tabernaemontanii* **C2b** 1

Hillův index diverzity: 3,52

Subjektivní pokryvnost / počet druhů: 30% / 11

7.1.4 P4 – Silvestr – Golf

V zamokřeném území:

Dominantní: E1 – ostřice třeslicovitá (*Carex brizoides*) 2a, kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*) 2a, svízel přítula (*Galium aparine*) 2a, *Agrostis canina* 2a, **E2** – *Alnus glutinosa* 2b, ostružiník křovitý (*Rubus fruticosus* L.spec.aggr) 2a, *Populus tremula* 2a, **E3** – *Alnus glutinosa* 3, *Betula pendula* 3, *Populus tremula* 2b;

Influentní: E1 – lipnice bahenní (*Poa palustris*) 2a, *Deschampsia caespitosa* 2m, ostružiník ježiník (*Rubus caesius*) 2m, skřípina lesní (*Scipurus sylvaticus*) 2a, **E2** – *Betula pendula* 2a, hloh jednosemenný (*Crataegus monogyna*) 2m, střemcha obecná (*Prunus padus*) 2m

Vzácné a ohrožené druhy: nezjištěny

Hillův index diverzity: 13,42

Subjektivní pokryvnost / počet druhů: 85% / 39

V oblasti volné hladiny:

Dominantní: E1 – Rdesno oboživelné (*Persicaria amphibia*) 2a, *Scipurus sylvaticus* 2a

Influentní: E1 – řeřišnice hořká pravá (*Cardamine amara*) 2a

Vzácné a ohrožené druhy: nezjištěny

Hillův index diverzity: 3,77

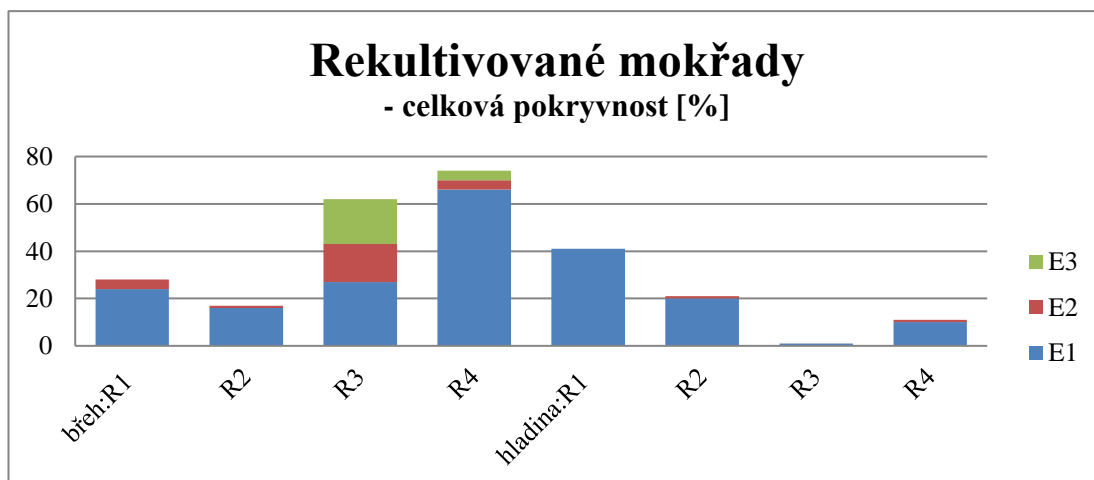
Subjektivní pokryvnost / počet druhů: 30% / 6

7.2 Plochy vybudované při hydrické rekultivaci výsyvky (R)

kód	Rekultivace	Vodivost (μS/cm)	pH	CHSK (mg/l)	Al (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Mn (mg/l)	Fe (mg/l)	Teplota (°C)
R1	Bukovany	261	8,33	202	0,096	66	0,042	0,335	16,2
R2	Habartov in	1263	2,89	<7	0,091	382	0,015	5,65	15,8
	Koupaliště Habartov	1186	6,35	8	<0,01	198	0,107	0,332	15,8
R3	Ledňáček	3330	8,10	22	0,004	1125	0,104	0,43	15,1
R4	D.Rychnov	665	8,25	18	0,011	124	0,014	0,279	14,5

Tabulka 2 Chemické analýzy vody R1-R4

Na všech sledovaných rekultivovaných plochách celkem 100 rostlinných druhů z toho 7 na červeném seznamu a 1 invazní.



Graf 2 Celková pokryvnost jednotlivých technicky rekultivovaných mokřadů dle pater

7.2.1 R1 – Medard-Libík – Bukovany

V zamokřeném území:

Dominantní: 0

Influentní: E1 – dvouzubec trojdílný (*Bidens tripartita*) 2m

Vzácné a ohrožené druhy: zeměžluč spanilá (*Centaureum pulchellum*) C3 +

Invazní druhy: lupina mnoholistá (*Lupinus polyphyllus*) +

Hillův index diverzity: 13,12

Subjektivní pokryvnost / počet druhů: 95% / 66

V oblasti volné hladiny:

Dominantní: E1 – *Potamogeton natans* 2b, *Eleocharis palustris* 2a

Influentní: 0

Vzácné a ohrožené druhy: leknín bílý (*Nymphaea alba*) **C1t** 1, lakušník vodní (*Batrachium aquatile*) **C4b** 1

Hillův index diverzity: 3,66

Subjektivní pokryvnost / počet druhů: 40% / 8

7.2.2 R2 – Medard-Libík – „koupaliště“ Habartov

V zamokřeném území:

Dominantní: 0

Influentní: **E1** – *Juncus effesus* 2a

Vzácné a ohrožené druhy: nezjištěny

Hillův index diverzity: 5,26

Subjektivní pokryvnost / počet druhů: 25% / 15

V oblasti volné hladiny:

Dominantní: 0

Influentní: **E1** – *Juncus articulatus* 2m

Vzácné a ohrožené druhy: nezjištěny

Hillův index diverzity: 6,06

Subjektivní pokryvnost / počet druhů: 20% / 12

7.2.3 R3 – Lítov – „Amfiteátr“

V zamokřeném území:

Dominantní: **E2** – *Betula pendula* 2a, **E3** – *Betula pendula* 2a

Influentní: **E1** – *Phragmites australis* 2a, *Calamagrostis epigeios* 2m, **E3** – borovice lesní (*Pinus silvestris*) 2m

Vzácné a ohrožené druhy: nezjištěny

Hillův index diverzity: 11,91

Subjektivní pokryvnost / počet druhů: 30% / 39

V oblasti volné hladiny:

Dominantní: 0

Influentní: 0

Vzácné a ohrožené druhy: nezjištěny

Hillův index diverzity: 0,97

Subjektivní pokryvnost / počet druhů: 1% / 1

7.2.4 R4 – Silvestr – „Labutí“ Dolní Rychnov

V zamokřeném území:

Dominantní: **E1** – orobinec sítinovitý (*Typha laxmannii*) 2a, *Phragmites australis* 2a, *Juncus articulatus* 2a

Influentní: 0

Vzácné a ohrožené druhy: kyprej prutnatý (*Lythrum virgatum*) **C2b** +, vrbovka malokvětá (*Epilobium parviflorum*) **C3** 1, *Centaurium pulchellum* **C3** +, prvosenka jarní (*Primula veris*) **C4** 1, ostřice přiblá (*Carex diandra* Schrank) **C2t** 1

Invazní druhy: zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) +

Hillův index diverzity: 17,02

Subjektivní pokryvnost / počet druhů: 70% / 53

V oblasti volné hladiny:

Dominantní: 0

Influentní: E1 – *Typha laxmannii* 2m

Vzácné a ohrožené druhy: nezjištěny

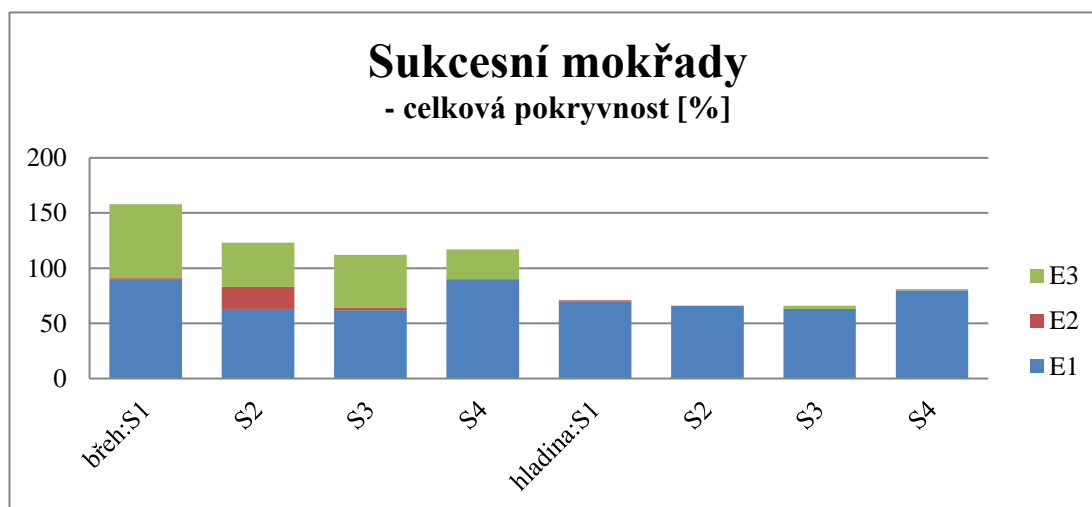
Hillův index diverzity: 2,78

Subjektivní pokryvnost / počet druhů: 10% / 8

7.3 Plochy vzniklé přirozenou sukcesí na nerektivované ploše výsypky (S)

kód	Sukcese	Vodivost (μS/cm)	pH	CHSK (mg/l)	Al (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Mn (mg/l)	Fe (mg/l)	Teplota (°C)
S1	Amfiteátr	3930	2,07	2	0,092	1390	0,122	5,62	15,5
S2	V břízkách	8900	8,21	36	<0,01	3050	0,120	0,268	13,5
S3	Leknínové	1441	8,27	35	0,012	284	<0,01	0,264	16,9
S4	Kopec	3660	7,87	31	0,027	770	0,055	0,282	14,1

Tabulka 3 Chemická analýza vody S1-S4



Graf 3 Celková pokryvnost jednotlivých sukcesních mokřadů dle pater

Na všech sledovaných sukcesních plochách bylo zjištěno celkem 85 rostlinných druhů, z toho 4 na červeném seznamu a 1 invazní.

7.3.1 S1 – Lítov - Ledňáček

V zamokřeném území:

Dominantní: E1 – *Eleocharis palustris* 2a, kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea*) 2a, *Calamagrostis epigeios* 2a; E3 – *Alnus incana* 3, *Salix caprea* 2b, *Betula pendula* 2a

Influentní: E1 – orobinec úzkolistý (*Typha angustifolia*) 2m, *Phragmites australis* 2m, *Juncus articulatus* 2m

Vzácné a ohrožené druhy: *Schoenoplectus tabernaemontanii* C2b 1, *Epilobium parviflorum* C3 1

Hillův index diverzity: 12,65

Subjektivní pokryvnost / počet druhů: 90% / 52

V oblasti volné hladiny:

Dominantní: E1 – *Typha angustifolia* 3

Influentní: E1 – *Phragmites australis* 2a, *Eleocharis palustris* 2a, *Typha latifolia* 2m, *Juncus articulatus* 2m, *Schoenoplectus tabernaemontanii* 2m

Vzácné a ohrožené druhy: sítina strboulkatá (*Juncus capitatus*) C1 r, *S.tabernaemontanii* C2b 2m

Hillův index diverzity: 4,72

Subjektivní pokryvnost / počet druhů: 45% / 23

7.3.2 S2 – VPV – „V břížkách“

V zamokřeném území:

Dominantní: E1 – *Calamagrostis epigeios* 2b, *Phragmites australis* 2a; E2 – smrk ztepilý (*Picea abies*) 2a, E3 – *Betula pendula* 3

Influentní: E2 - bříza pýřitá (*Betula pubescens*) 2m

Vzácné a ohrožené druhy: nezjištěny

Hillův index diverzity: 6,73

Subjektivní pokryvnost / počet druhů: 95% / 31

V oblasti volné hladiny:

Dominantní: E1 – *Phragmites australis* 4

Influentní: 0

Vzácné a ohrožené druhy: nezjištěny

Hillův index diverzity: 1,03

Subjektivní pokryvnost / počet druhů: 65% / 2

7.3.3 S3 – Medard-Libík – „Leknínové“

V zamokřeném území:

Dominantní: E1 – *Phragmites australis* 3, *Calamagrostis epigeios* 2a; E3 – *Betula pendula* 3, *Salix caprea* 2a

Influentní: 0

Vzácné a ohrožené druhy: nezjištěny

Hillův index diverzity: 5,21

Subjektivní pokryvnost / počet druhů: 95% / 18

V oblasti volné hladiny:

Dominantní: E1 – *Phragmites australis* 3, *Typha angustifolia* 2a

Influentní: E1 – *Nymphaea alba*, 2m *Juncus effesus* 2m

Vzácné a ohrožené druhy: *Nymphaea alba* C1t 2m

Hillův index diverzity: 3,43

Subjektivní pokryvnost / počet druhů: 65% / 13

Jediný ze sledovaných mokřadů s výskytem rašeliníku

7.3.4 S4 – Silvestr – „Kopec“ Dolní Rychnov

V zamokřeném území:

Dominantní: E1 – *Typha angustifolia* 3, *Phragmites australis* 3; E3 – *Betula pendula*

Influentní: E1 – *Calamagrostis epigeios* 2m

Vzácné a ohrožené druhy: nezjištěny

Invazní druhy: *Lupinus polyphyllus* 1

Hillův index diverzity: 4,58

Subjektivní pokryvnost / počet druhů: 90% / 23

V oblasti volné hladiny:

Dominantní: E1 – *Typha angustifolia* 3, *Phragmites australis* 3

Influentní: 0

Vzácné a ohrožené druhy: nezjištěny

Hillův index diverzity: 2,05

Subjektivní pokryvnost / počet druhů: 80% / 4

7.4 Porovnání ploch

Ve všech třech kategoriích vodních ploch byly v jednotlivých patrech zastoupeny druhy:

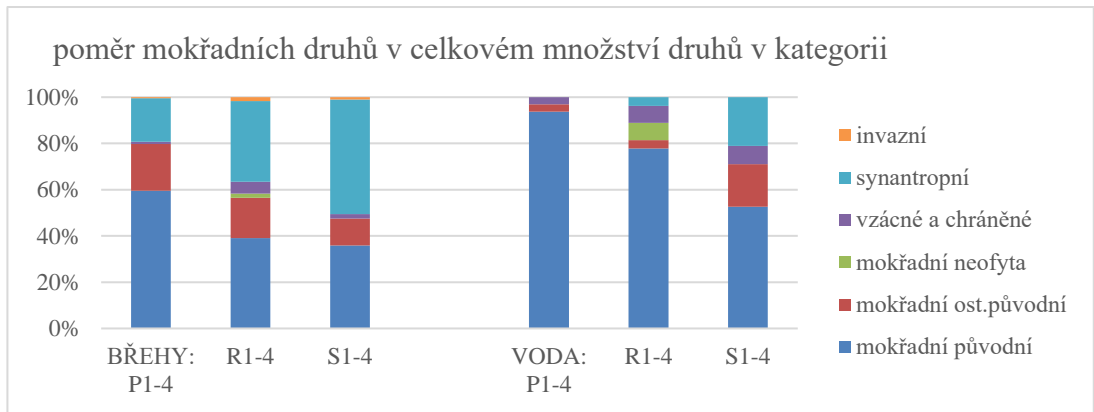
E1

- mokřadní: *Typha angustifolia*, *Phragmites australis*, *Juncus articulatus*, *J. conglomeratus*, *J. effesus*, *Eleocharis palustris*, *Lysimachia vulgaris*, *Poa palustris*, karbinec evropský (*Lycopus europaeus*), pcháč bahenní (*Cirsium palustre*), ostřice měchýřkatá (*Carex vesicaria*), *Galium aparine*, mochna husí (*Potentilla anserina*), přeslička rolní (*Equisetum arvense*), vrbovka úzkolistá (*Epilobium angustifolium*), žabník jitrocelolistý (*Alisma plantago-aquatica*)

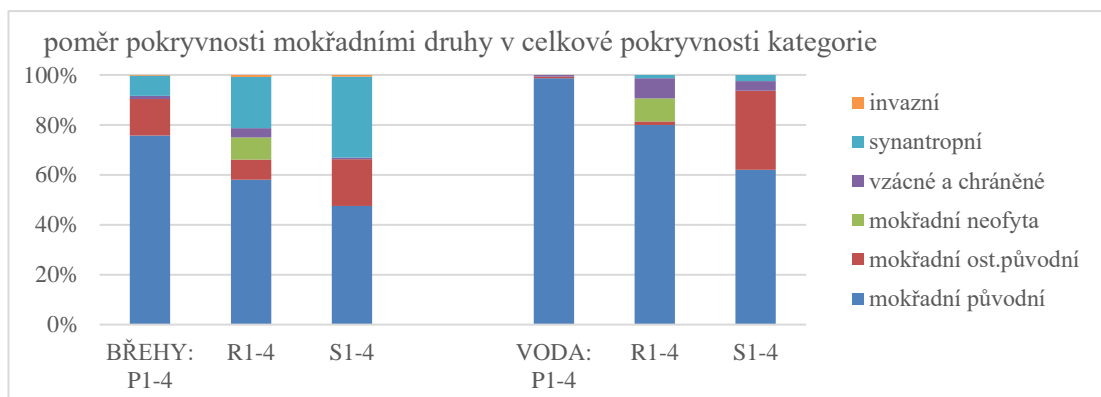
- synantropní: chudobka sedmikráska (*Bellis perennis*), jahodník obecný (*Fragaria vesca*), jestřábník štětinatý (*Hieracium leavigatum*), mrkev obecná (*Daucus carota*), pampeliška obecná (*Taraxacum officinale*), pcháč oset (*Cirsium arvense*), podběl obecný (*Tussilago farfara*), třezalka tečkovaná (*Hipericum perforatum*), vratič obecný (*Tanacetum vulgare*), vikev ptačí (*Vicia cracca*), *Calamagrostis epigeios*

- invazní lupina mnoholistá (*Lupinus polyphyllus*),

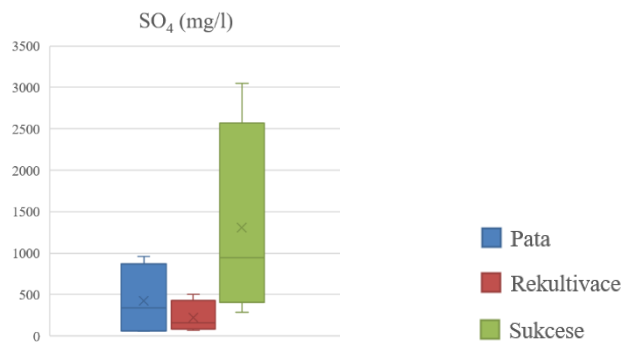
E2-E3 *Alnus glutinosa*, *A. incana*, *Salix caprea*, *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, *Picea abies*



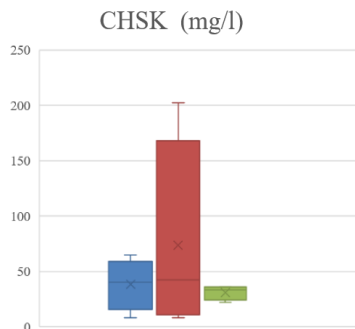
Graf 4 Porovnání kategorií mokřadů v pokryvnosti dle zařazení druhů



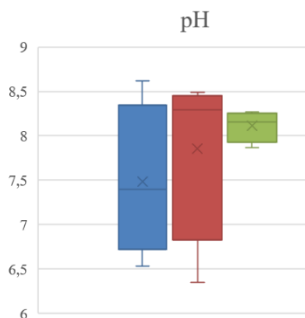
Graf 5 Porovnání kategorií mokřadů v množství druhů dle jejich zařazení



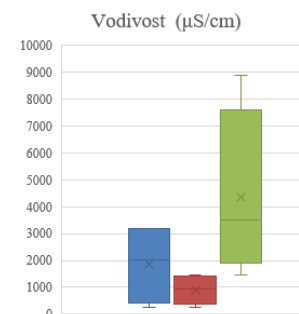
Graf 6 Porovnání kategorií mokřadů - obsah SO₄ (mg/l)



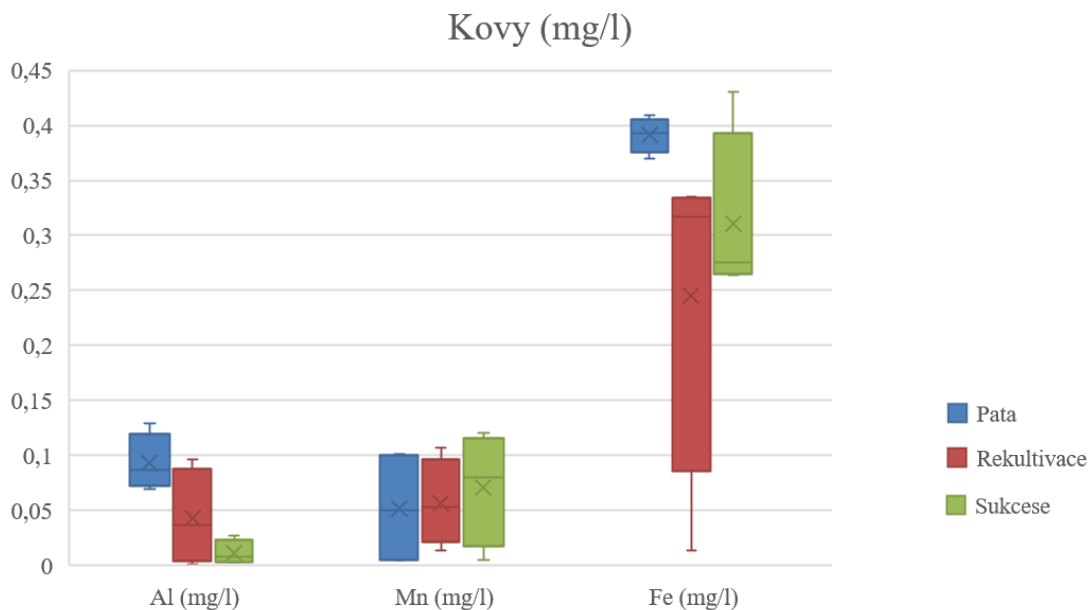
Graf 9 Porovnání kategorií mokřadů - CHSK (mg/l)



Graf 7 Porovnání kategorií mokřadů - pH

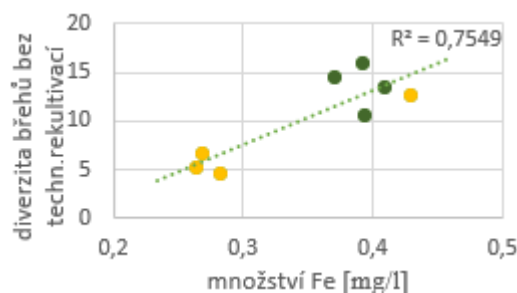


Graf 8 Porovnání kategorií mokřadů - vodivost (μS/cm)



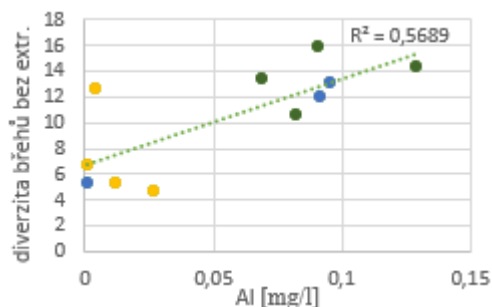
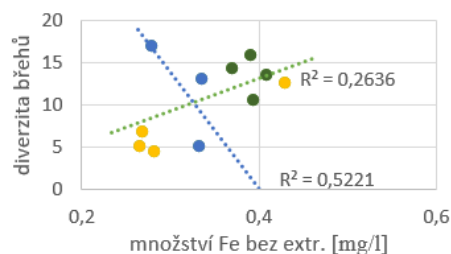
Graf 10 Porovnání kategorií mokřadů - kovy (mg/l)

Diverzita a pokryvnost břehové linie:

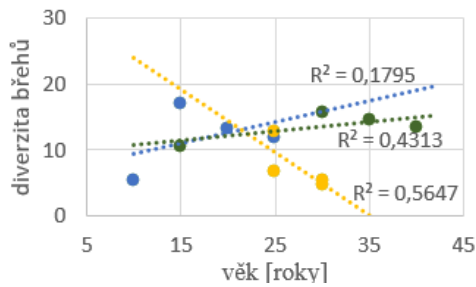


vzniklých mokřadů; v je **Graf 11** reverzní vztah mezi rekultivovanými mokřady bez kyselého R3 ($r_{R3}=0,72$) a průběh křivky pro všechny kategorie ber kyselého R3 $r=0,51$.

Graf 12 $r_{P,S}=0,89$
 S narůstajícím obsahem železa ve vodě roste diverzita rostlin břehové linie: v levém grafu jsou pouze hodnoty přírodně

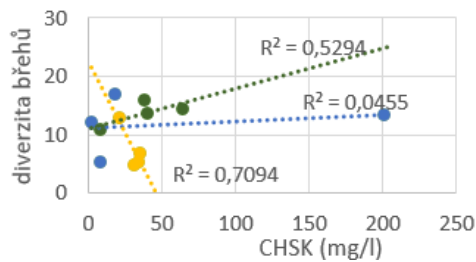
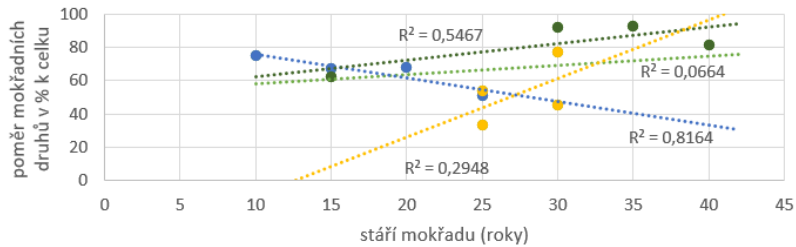


Graf 13 $r=0,75$ Se stoupajícím obsahem hliníku rozpuštěného ve vodě (v naměřeném rozmezí) roste i diverzita břehové vegetace (bez extrémní hodnoty diverzity R4). Zůstanou-li zahrnuta všechna data, pak platí $r=0,53$ (graf v příloze II).



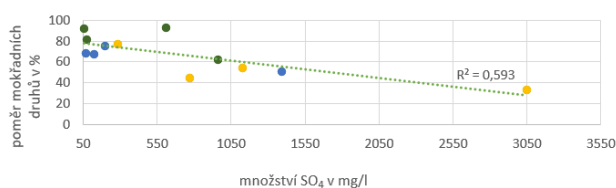
$r=0,12$ Závislost diverzity na věku mokřadu bez ohledu na jeho kategorii, jsou-li však křivky rozděleny dle kategorie vzniku mokřadu, jeví se závislost na věku mokřadu **Graf 14** poměrně signifikantní. Pro mokřady vzniklé spontánně u paty výsypky platí $r_p=0,66$, kde s věkem mokřadu stoupá jeho diverzita; totéž pro technicky rekultivované plochy $r_r=0,42$; avšak pro přirozené sukcese $r_s=0,75$ vyšla křivka opačná, tedy s rostoucím věkem mokřadu klesá jeho diverzita.

Bude-li hodnocen vliv stáří mokřadu pouze na poměrné zastoupení mokřadních druhů v břehové linii, mohou překvapit poněkud odlišné výsledky. Závislost s ohledem na všechna data se jeví jako neprůkazná $r=0,26$, při pohledu na jednotlivé kategorie se projeví reverzní tendence u rekultivovaných ploch s $r_r=0,90$; naopak u sukcesních $r_s=0,54$ a **Graf 15** patních $r_p=0,73$ se stářím mokřadu roste poměr zastoupení mokřadních druhů.



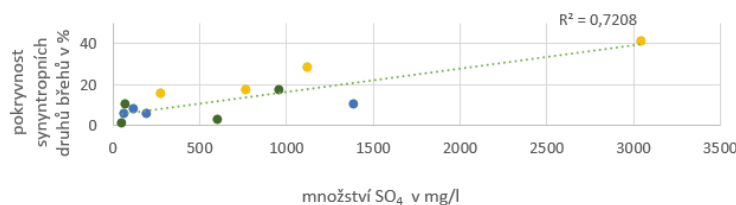
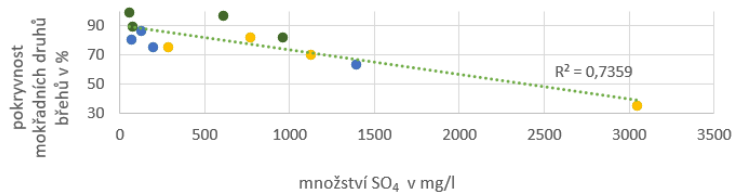
$r=0,21$ Pro vztah závislosti diverzity břehové linie na CHSK (graf v příloze II) se opakuje stejný případ. Významnou závislost lze vyčíst pouze u přírodně vzniklých mokřadů takto:

Graf 16 u patních mokřadů diverzita s CHSK stoupá $r_p=0,73$, naopak u sukcesních s CHSK klesá $r_s=0,84$.

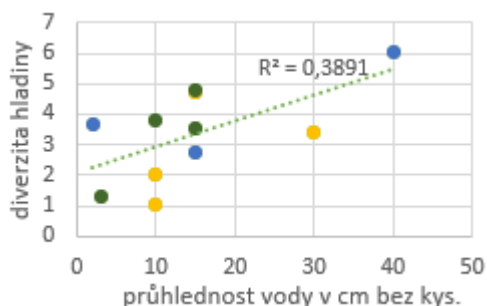


Graf 19 Graf 18 Nepřímá úměra mezi množstvím SO_4 a poměrným zastoupením mokřadními druhy $r=0,77$ a jejich poměrnou pokryvností $r=0,86$. Vzhledem

k přímé úměře platí téměř totéž pro vodivost (graf v příloze II) $r=0,78$. Naopak je tomu se synantropními druhy, kdy

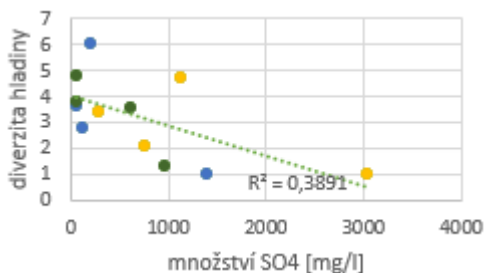


jejich počet $r=0,51$ (v příloze II) a poměrná pokryvnost $r=0,85$ se zvyšujícím se množstvím SO_4 narůstá **Graf 17**

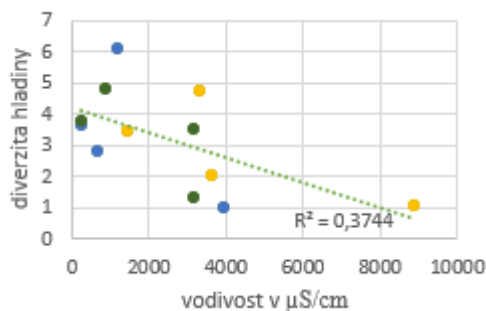


Diverzita hladiny:

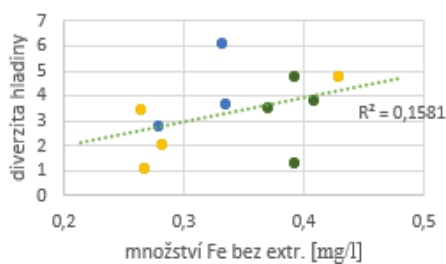
Graf 20 $r=0,62$ Vliv průhlednosti vody na diverzitu vegetace hladiny: s rostoucí výškou vodního sloupce, kam dosahuje sluneční světlo, roste i diverzita vegetace hladiny mokřadu. Grafu se vymyká pouze extrémně kyselý mokřad **R3** a byl z grafu vypuštěn.



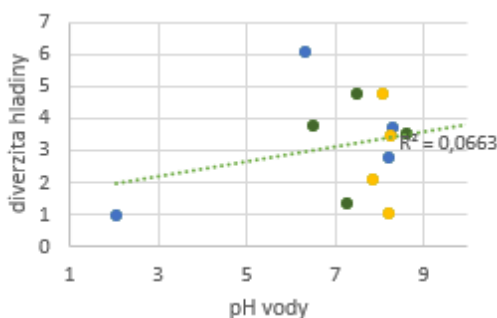
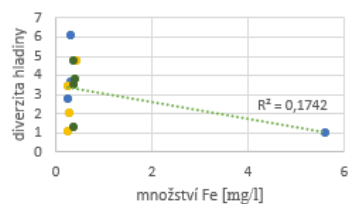
Graf 21 $r=0,62$ Vliv množství SO₄ na diverzitu hladiny: S rostoucím množstvím SO₄ diverzita hladiny klesá.



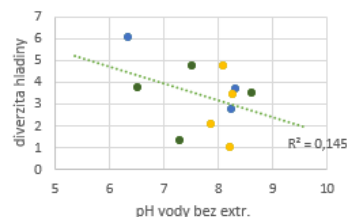
Graf 22 $r=0,61$ Vliv vodivosti na diverzitu hladiny: S rostoucí vodivostí klesá diverzita hladiny. Dá se usuzovat na přímou souvislost mezi vodivostí a obsahem SO₄, což i dokazuje graf v příloze II.



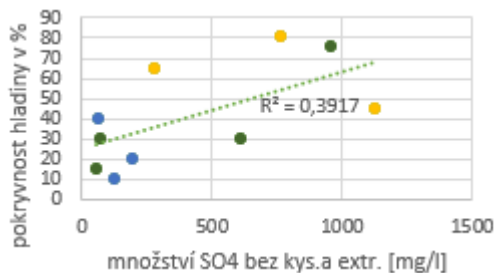
Graf 23 $r=0,40$ a **Graf 24** $r=0,42$: Vliv obsahu železa na diverzitu hladiny: Při vyloučení kyselého R3 platí, že s rostoucím množstvím Fe diverzita hladiny stoupá. Jsou-li data obsažena, klesá.



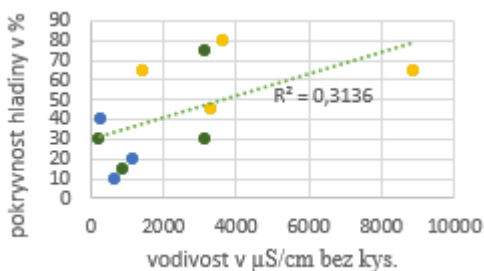
Graf 25 $r=0,26$ a **Graf 26** $r=0,38$ naznačuje konkávní křivku vztahu mezi pH vody a diverzitou hladiny. Zdá se, že směrem k neutrálnímu pH stoupá, pak opět klesá. Neprůkazné.



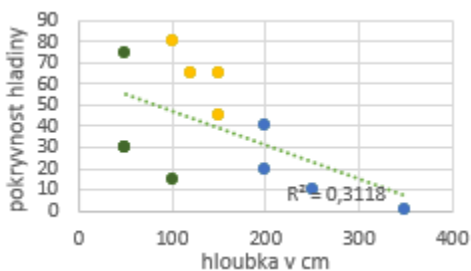
Pokryvnost hladiny:



Graf 27 $r=0,63$ Platí lineární vztah mezi množstvím SO_4 a pokryvností hladiny, pouze v rozmezí naměřených hodnot a bez extrémních hodnot.

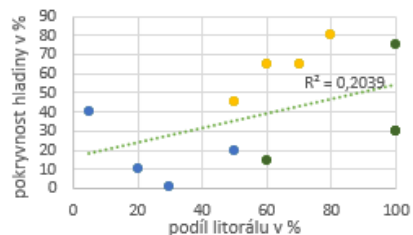


Graf 28 $r=0,56$ S rostoucí vodivostí roste i pokryvnost hladiny mokřadu.



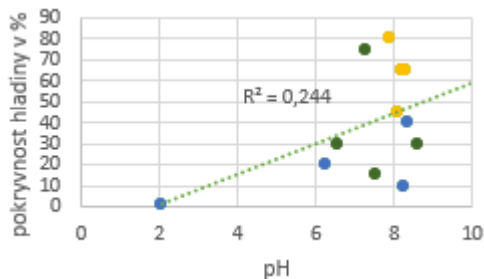
Graf 30 $r=0,55$ S rostoucí hloubkou mokřadu klesá pokryvnost hladiny vegetací. Je pravděpodobná souvislost **Graf 29**

s faktorem podílu litorálu

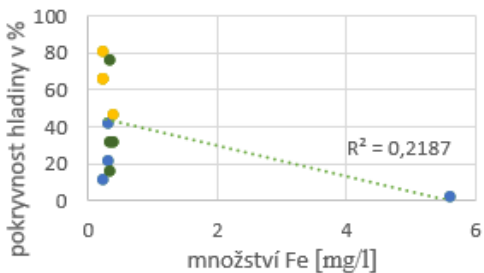


$r=0,45,$

s jeho ubýváním klesá i podíl pokryvnosti hladiny.



Graf 31 $r=0,49$ S rostoucím pH směrem k neutrálním hodnotám roste i poměrná pokryvnost hladiny.



Graf 32 $R=0,47$ S přibývajícím množstvím železa klesá pokryvnost hladiny.

8 Diskuse

Cílem této práce bylo popsat osídlení vegetací vybraných mokřadních stanovišť bývalého lomového území po těžbě hnědého uhlí na Sokolovsku, tj. inventarizace jednotlivých druhů, jejich procentuální zastoupení, výskyt vzácných a ohrožených druhů rostlin, celková půdo-pokryvnost. Dále pak vzájemně porovnat diverzitu vegetace sledovaného území dle kategorií vzniku mokřadu: hydrické rekultivace a vodní plochy vzniklé spontánní sukcesí na holém substrátu výsypky a mokřadní stanoviště vzniklá z průsakových vod u paty výsypky.

Dle vzniku vodní plochy jsou druhově nejzajímavější mokřady vzniklé spontánně u paty výsypky. Ať již z pohledu druhové diverzity, pokryvnosti nebo poměru zastoupení mokřadních druhů i v poměru jejich pokryvnosti oproti synantropním druhům. Nejvyšší podíl synantropních druhů i podíl v jejich celkové pokryvnosti byl zjištěn u mokřadů vzniklých spontánní sukcesí, stejně tak diverzita břehové vegetace je, v případě mnou zvolených stanovišť, nejnižší (možnou příčinou může být obsah Al, viz. níže). Opačně vychází pokryvnost jejich hladiny, která je nejvyšší. HODAČOVÁ et PRACH (2003), DOLEŽALOVÁ et al. (2012) a HARABIŠ et al. (2013) ve své práci zmiňují nejnižší diverzitu u technických rekultivací a považují tak přirozenou sukcesí za vhodnější způsob obnovy těžce narušených míst (FROUZ et al., 2007; MUDRÁK et al., 2010; PRACH et al., 2011; PRACH et al., 2013; CHUMAN, 2015). Nejnižší hodnotu dosahovaly v mé studii technické rekultivace, v porovnání s ostatními přírodně vzniklými kategoriemi, v břehové pokryvnosti. K příčinám se snad mohou řadit jejich větší hloubka, používání geotextilií, příkré břehy a krátké mělčiny (www.mokrady.wbs.cz, 2020), téměř nulová heterogenita den a břehů a šterkopískový substrát, které především odlišují technicky rekultivované mokřady od přírodně vzniklých. Podle DOLEŽALOVÉ et al. (2012) by měl být při rekultivacích kladen důraz na různorodý tvar den a břehů, poskytujících tak pestrou mozaiku mikrohabitatů.

Druhy vyskytující se ve všech kategoriích jsou často totožné, včetně širokého spektra synantropních druhů. Od ostatních patních mokřadů se výrazněji liší P4 zastoupením rostlin litorálního pásma. Vzácností je výskyt *Spaghnum sp.* na S3.

Při vyhodnocování své bakalářské práce (Palíková, 2013) jsem na mokřadních stanovištích zaznamenala totožné dominantní i influentní druhy. Podobné výsledky byly publikovány z Mostecká, Kladenska (GREMLICA et al., 2006, DVOŘÁKOVÁ, 2008) a Ostravska (KOUTECKÁ et KOUTECKÝ, 2006; PRACH et al., 2010 in ŘEHOUNEK et al., 2010). Také BROUMOVÁ et al. (2007) uvádí ve své práci jako stěžejní rákosový nebo orobincový porost. Zejména rákosové porosty zde mají pro funkci nově vznikajícího ekosystému mimořádný význam. Tyto porosty je možné považovat za tzv. kondenzační jádra nově utvářeného vodního cyklu této antropogenní krajiny. Pokryvnost sledovaných porostů činí 80-90 % (BROUMOVÁ et al., 2007).

U hodnocení vlivu všech naměřených veličin získaných chemickou analýzou vody je možné uvažovat právě jen v rozmezí naměřených hodnot, které se mohou od jiných

prací lišit na základě zvolených lokalit technicky rekultivovaných, sukcesních nebo patních mokřadů.

Významnými faktory se jeví shodně $\text{SO}_4^{\text{II-}}$ a **vodivost**. S narůstajícím množstvím $\text{SO}_4^{\text{II-}}$ i se zvyšující se vodivostí klesala u mých studijních ploch diverzita rostlin hladiny i poměr mokřadních druhů břehové linie včetně poměru jejich pokryvnosti. Naopak opačná tendence je v případě pokryvnosti hladiny, která s množstvím $\text{SO}_4^{\text{II-}}$ stoupá. Nejvyšší hodnoty obou veličin byly zjištěny u sukcesních mokřadů, což je pravděpodobně zásadní příčinou jejich nízké diverzity. Naopak nejmenší hodnoty byly naměřeny u rekultivovaných ploch. Z výsledků je tak možné vyvodit závěr, že se rozrůstají pouze druhy tolerující tak vysoké hodnoty. Citlivé mokřadní druhy břehových linií jsou nahrazovány synantropními druhy, jejichž počet i pokryvnost se s narůstajícími hodnotami těchto dvou veličin zvyšuje.

Dalším významným faktorem se zdá být obsah **Fe** s vlivem na diverzitu břehové linie i hladiny, a to tak, že s rostoucím množstvím Fe roste i diverzita. Je však nutné vynechat data extrémně kyselého mokřadu **R3**. Podle PRACHA et al. (2007) brání kyselé pH podstatnému vlivu iontů na diverzitu vegetace. Nejvyšších hodnot dosahuje Fe v kategorii vod vzniklých u paty výsypky.

O nelineární závislost se jedná pravděpodobně u pH. Při nízkém **pH** je diverzita i pokryvnost hladiny prakticky nulová a s posunem k neutrálním hodnotám postupně narůstá. Při vyloučení kyselého mokřadu se projevuje nepřímá závislost. Bohužel chybí dostatek dat kyselejších i zásaditějších vod k tomu, aby mohla být potvrzena nelineární závislost. Podle PRACHA et al. (1987, 1989 a 2007) a HODAČOVÉ a PRACHA (2003) je kyselé pH natolik významným faktorem, že při osidlování krajiny zcela chybí korelace na podnebí. Na Mostecku se můžeme setkat s plochami bez vegetace, většinou na místech, kde byly založeny **kyselé písky (pH až 3,5)**. Zdá se, že výhodou většiny sokolovských výsypků je zdejší jíl, který má dle BROUMOVÉ et al. (2007) schopnost neutralizovat kyselé vody a vyšší pH umožňuje srážení železa do rezavých nánosů (FROUZ et al., 2007). Důkazem je změna ve složení vody na R2 Medard-koupaliště, kdy se mezi přítokem z Josefovské štoly a střední částí mokřadu, kde byly vzorky odebrány **mění pH z 2,89 na 6,35**, zároveň i obsah **Fe z 5,65 na 0,332 mg/l** a $\text{SO}_4^{\text{II-}}$ **z 382 na 198 mg/l**.

Dalším zajímavým faktorem je obsah rozpuštěného **Al**, kdy s jeho obsahem narůstá i diverzita rostlin břehové linie i poměr zastoupení mokřadními druhy v ní a jejich pokryvnost (patní mokřady). Počet synantropních druhů naopak s klesajícím množstvím Al stoupá (sukcesní plochy).

Zajímavé výsledky lze obdržet při hodnocení CHSK a stáří mokřadu. Oba faktory, jsou-li hodnoceny pro data všech tří kategorií společně, vychází jako neprůkazné. **CHSK** se zdá být signifikantní pouze v případě přírodně vzniklých mokřadů, kdy u patních dochází k přímé úměře, u sukcesních naopak k nepřímé. Stejný model se odehrává u hodnocení vlivu **stáří mokřadu** na diverzitu břehů. Zde se projevuje i jistý vliv na rekultivované mokřady, a to přímé úměry. Na poměrné zastoupení mokřadními

druhy v břehové linii má stáří pozitivní vliv pouze na přírodní vody. Vysvětlením by snad mohly být příliš úzké břehové linie, šterkopískový substrát či příkré svahy, kterými se břehy zásadně liší od přirozeně vzniklých. V obou případech by zde mohl hrát jistou úlohu již zmíněný obsah Al, protože stáří přírodně vzniklých mokřadů se příliš neliší. Podle PRACHA et al. (2013) roste počet cílových druhů s věkem sledované oblasti a cílové druhy se stávají dominantními.

Pro diverzitu vegetačního pokryvu hladiny se jeví jako pozitivní faktor výška vodního sloupce, kudy proniká sluneční záření, **průsvitnost vody**. Vymyká se pouze mokřad R3 s velmi nízkým pH. Přímou korelační závislost je možné objevit i u pokryvnosti hladiny a **poměru litorálního pásma** k celkové rozloze mokřadu. To odpovídá nejvyšší druhové diverzitě v kategorii patních mokřadů, které svým podílem litorálu dosahují téměř 100% rozlohy a hloubky okolo půl metru. Naopak negativním faktorem je narůstající **hloubka**. Podle webu Mokřady z.s. (www.mokrady.wbs.cz, 2020) je optimální hloubka pro kořenující rostliny do 30 cm a široké mělčiny.

Limity pro maximální množství **Mn** pro pitnou vodu stanovené vyhláškou č.252/2004 Sb. jsou 0,05 mg/l, za jistých okolností 0,1 mg/l. Většina odebraných vzorků splňuje limity pitné vody, případně je jen v malém množství překračuje, proto se pravděpodobně žádná závislost neprojevila.

9 Závěr a přínos práce

Dle vzniku vodní plochy jsou druhově nejzajímavější mokřady vzniklé spontánně u paty výsypky. Ať již z pohledu druhové diverzity, pokryvnosti nebo poměru zastoupení mokřadních druhů i v poměru jejich pokryvnosti oproti synantropním druhům. Nejvyšší podíl synantropních druhů i podíl v jejich celkové pokryvnosti byl zjištěn u mokřadů vzniklých spontánní sukcesí, stejně tak diverzita rostlin břehové vegetace je, v případě mnohých zvolených stanovišť, nejnižší, opačně vychází pokryvnost jejich hladiny, která je nejvyšší, což koreluje s obsahem Al ve vodě.

Pro diverzitu veškeré vegetace břehů, zahrnující i synantropní a invazní druhy, se jeví zásadním obsah **Fe a Al**, pro pokryvnost břehů mokřadními druhy především **SO₄^{II-}**, **vodivost, Al a stáří mokřadu**. Významnými faktory s vlivem na diverzitu druhů a pokryvnost hladiny jsou **SO₄^{II-}**, **vodivost, hloubka a průhlednost vody**, v menší míře **Fe**. Vegetaci limituje výrazně **nízké pH**.

U stáří mokřadu se projevuje závislost i na kategorii mokřadu, tedy na způsobu jeho vzniku.

Hodnoty naměřené u Mn splňují téměř limity pro pitnou vodu a jeho vliv na sledované ukazatele se nejeví nikterak podstatný.

Sukcese i rekultivace se vyvíjí podobně a lze předpokládat dobrou autoregulační schopnost. Technickou rekultivací i samovolnou obnovou lze docílit zajímavých vodních ploch s vysokou diverzitou vegetace i řadou vzácných a ohrožených druhů

rostlin. V rekultivační praxi bych proto doporučovala kombinovat oba přístupy obnovy.

10 Přehled literatury a použitých zdrojů

AGRICOLA G., 1933: Jířího Agrikoly dvanáct knih o hornictví a hutnictví. Praha 1933.

AMBROŽ V., 1958: Chebská pánev – přehled geologie. In: BURYAN P., 2010: Kapalné produkty bitumenu cypřišových jíílů. Paliva 2: 9p.

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

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

BROUMOVÁ H., NOVOTNÁ K., ŠÍMOVÁ I., 2007: Výsypka po těžbě hnědé uhlí – unikátní krajinný novotvar. Laboratoř aplikované ekologie, Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích: 8 p.

BURYAN P., 2010: Kapalné produkty bitumenu cypřišových jíílů. Paliva 2: 9p.

GIFFORD, R. M., RODERICK, M., & FARQUHAR, G. D., 2007: Evaporative demand: Does it increase with global warming? In: CÍLEK V., 2007: Snižují vyšší teploty odpar? Vesmír 86,713

CÍLEK V., 2008: Dýchat s ptáky. Dokořán: 90-145

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

DIMITROVSKÝ K., 2001: Tvorba nové krajiny na Sokolovsku. In: KORANDOVÁ M., 2011: Stav chemických parametrů povrchových vod vybrané části území Velké podkrušnohorské výsypky na Sokolovsku. Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích: 45 p.

DIVIŠ M., 2005: Monitorování vod. Texty pro obor Průmyslová ekologie, skripta,

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

DOSTÁL J., 1958: Klíč k úplné květeně ČSR. Nakladatelství Československé akademie věd, 1958. 982p.

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

FIŠER R., 2020: Obec Kostelní bříza – okruh okolo dolu Jíří. Online <http://kostelnibriza.cz/cile/tvare/jiri/>

- FROUZ J., KALČÍK J., VELICHOVÁ V., 2011: Factors causing spatial heterogeneity in soil properties, plant cover, and soil fauna in a non-reclaimed post-mining site. *Ecological Engineering* 37: 1910-1913.
- FROUZ J., PIŽL V., CIENCIALA E., KALŠÍK J., 2009: Carbon storage in post-mining forest soil, the role of tree biomass and soil bioturbation. *Biogeochemistry* 94: 111–121.
- FROUZ J., POPPERL J., PŘIKRYL I., ŠTRUDL J., 2007: Tvorba nové krajiny na Sokolovsku, Sokolovská uhelná, právní nástupce a.s., Sokolov: 6-25.
- GREMLICA et al, 2013: Industriální krajina a její přirozená obnova. *Novela bohemika*, 2013.
- GRYGAR R., 2020: Platformní vývoj Českého masivu v terciéru. On-line přednáška: Regionální geologie České republiky. Institut geologického inženýrství, Technická univerzita Ostrava. On-line http://geologie.vsb.cz/reg_geol_cr/9_kapitola.htm
- HARABIŠ F., TICHÁNEK F., TROPEK R., 2013: Dragonflies of freshwater pools in lignite spoil heaps: Restoration management, habitat structure and conservation value: *Ecological Engineering* 55: 51-61.
- HENDRYCHOVÁ M., KABRNA M., 2016: An analysis of 200-year-long changes in a landscape affected by large-scale surface coal mining: History, present and future: *Applied Geography* 74: 151-159.
- HESSLEROVÁ P., POKORNÝ J., 2011: Teplota krajiny jako indikátor jejich fungování II. *Geografické rozhledy*, 21 (2). 30-31p.
- HEZINA T., 2001: Vliv rekultivačních prací na koncentraci manganu a železa ve výsypkových vodách a oživení malých vodních nádrží na Velké podkrušnohorské výsypce, disertační práce, České Budějovice, 135 p.
- HODAČOVÁ D., PRACH K., 2003: Spoil Heaps From Brown Coal Mining: Technical Reclamation Versus Spontaneous Revegetation. *Restoration Ecology* 11: 385-391.
- HORÁKOVÁ M., 2003: Analytika vod. In: KORANDOVÁ M., 2011: Stav chemických parametrů povrchových vod vybrané části území Velké podkrušnohorské výsypky na Sokolovsku. *Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích*: 45 p.
- CHLUPÁČ I., 2002: Geologická minulost České republiky. *Academia* 2002. 436p.
- CHUMAN T., 2010: Místa bývalé těžby jako objekty ochrany přírody. In: ŘEHOUNEK J., ŘEHOUNKOVÁ K., PRACH K., 2010: Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi; :155-161.
- CHUMAN T., 2015: Restoration Practices Used on Post Mining Sites and Industrial Deposits in the Czech Republic with an Example of Natural Restoration of Granodiorite Quarries and Spoil Heaps. *Journal of Landscape Ecology* 8

- JUREKOVÁ D., 2014: Petrografická stavba a prostředí vzniku sloje Josef (oligocén) v sokolovské pánvi. Diplomová práce, Univerzita Karlova v Praze: 77p.
- JUWARKAR A. A., YADAV S. K., THAWALE P. R., KUMAR P., SINGH S. K., CHAKRABARTI T., 2009: Developmental strategies for sustainable ecosystem on mine spoil dumps: a case of study. *Environmental Monitoring Assessment* 1-4: 471-81.
- KENDER J. [ed.], 2000: Teoretické a praktické aspekty ekologie krajiny. MŽP ČR a vydavatelství ENIGMA s.r.o., Praha 2000. 220p.
- KEPRTOVÁ M., 2012: Rekultivace území postižené antropogenní činností. Bakalářská práce, Mendelova univerzita v Brně: 48p.
- KIRMER A., TISCHEW S., WIM A. O., VON LAMPE M., BAACH A., VAN GROENENDAEL J. M., 2008: Importance of regional species pools and functional traits in colonization processes: predicting re-colonization after large-scale destruction of ecosystems. *Journal of Applied Ecology* 2008: 1523–1530.
- KORANDOVÁ M., 2011: Stav chemických parametrů povrchových vod vybrané části území Velké podkrušnohorské výsypky na Sokolovsku. Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích: 45 p.
- KRÁSA P., 2013: Mokřadní vegetace jihovýchodní části Velké podkrušnohorské výsypky. Diplomová práce, FŽP ČZU. 111p.
- KUBÁT K. [ed.], 2002: Klíč ke květeně. Academia: 927 p.
- MF dnes, 2009. Jezero Medard získává kontury. Online: <http://www.krusnohorsky.cz/2009/07/10/jezero-medard-ziskava-kontury/> (Staženo duben 2020).
- MORENO-DE LAS HERAS M., NICOLAU J.M., ESPIGARES T., 2008: Vegetation succession in reclaimed coal-mining slopes in a Mediterranean-dry environment. *Ecological Engineering* 34: 168-178.
- MORVICOVÁ L., MORVIC P., 2015: Oznámení záměru pro zjišťovací řízení záměru: Plán otvírky, přípravy a dobývání „Rozšíření těžby na doplňkové lokality Medard“. 109p.
- MUDRÁK O., FROUZ J., VELICHOVÁ V., 2010: Understorey vegetation in reclaimed and unreclaimed post-mining forest stands. *Ecological Engineering* 36: 783-790.
- PALÍKOVÁ P., 2013: Sledování vegerace na Velké podkrušnohorské výsypce. Bakalářská práce. FŽP ČZU Praha: 50p.
- PECHAROVÁ E., PROCHÁZKA J., WOTAVOVÁ K., SÝKOROVÁ Z., POKORNÝ J., 2004: Restoration of Landscape after Brown Coal Mining, In: *Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production*, Atilim University, Ankara: 299-304.

- PITTER P., 1999: Hydrochemie. In KORANDOVÁ M., 2011: Stav chemických parametrů povrchových vod vybrané části území Velké podkrušnohorské výsypky na Sokolovsku. Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích: 45 p.
- PRACH K., 2010: Ekologie obnovy ukazuje možnosti obnovy cenných biotopů. In: ŘEHOUNEK J., ŘEHOUNKOVÁ K., PRACH K., 2010: Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi; :7-9.
- PRACH K., 2001: Úvod do vegetační ekologie (geobotaniky); Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích: 77 p.
- PRACH K. [ed.], 2010: Výsypky. In: ŘEHOUNEK J., ŘEHOUNKOVÁ K., PRACH K., 2010: Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi; 15-35.
- PRACH K., ŘEHOUNKOVÁ K., ŘEHOUNEK J., 2010: Obnova míst narušených těžbou a průmyslovými deponiemi v České republice – souhrnné porovnání. In: ŘEHOUNEK J., ŘEHOUNKOVÁ K., PRACH K., 2010: Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi; 163-167
- PRACH K., ŘEHOUNKOVÁ K., ŘEHOUNEK J., KONVALINKOVÁ P., 2011: Ecological Restoration of Central European Mining Sites: A Summary of a Multi-site Analysis. *Landscape Research* 36: 263-268.
- PRACH K., BARTHA S., JOYCE C. B., PYŠEK P., VAN DIGGELEN R., WIEGLEB G., 2001: The role of spontaneous vegetation succession in ecosystem restoration: A perspective. *Applied Vegetation Science* 4: 111.
- PRACH K., ŘEHOUNKOVÁ K., JÍROVÁ A., MUDRÁK O., TRNKOVÁ R., LENCOVÁ K., DVOŘÁKOVÁ H., KONVALINKOVÁ P., NOVÁK J., 2013: Spontaneous vegetation succession at different central European mining sites: A comparison across seres: *Environmental Science and Pollution Research* 20(11)
- PRACH K., JAROŠÍK V., PYŠEK P., 2007: Climate and pH as dererminants of vegetation succession in Central European man-made habitats. *Journal of Vegetation Science* 18 (5).
- PYŠEK P., PRACH K., MÜLLEROVÁ J., JOYCE C., 2001: The role of vegetation succession in ecosystem restoration. *Applied Vegetation Science* 4: 1, (Mezinárodní workshop "Spontánní sukcese v rekultivaci ekosystému", 7. - 10. září 1999 v Českých Budějovicích v České republice).
- PŘIKRYL I., 2006: Vody vznikající v Podkrušnohoří v souvislosti s těžbou erostů. In KORANDOVÁ M., 2011: Stav chemických parametrů povrchových vod vybrané části území Velké podkrušnohorské výsypky na Sokolovsku. Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích: 45 p.
- PŘIKRYL I., FAJNA R., 1995: Vyhodnocení potřeby záchranných prací v předpolí lomu Jiří do roku 2001. In KORANDOVÁ M., 2011: Stav chemických parametrů povrchových vod vybrané části území Velké podkrušnohorské výsypky na Sokolovsku. Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích: 45 p.

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

ROJÍK P., 1999: Praktické využití jílových surovin v Sokolovské hnědouhelné pánvi
In: BURYAN P., 2010: Kapalné produkty bitumenu cypřišových jílů. *Paliva* 2: 9p.

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

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

SEKERÁŠOVÁ M., 2011: Vyhodnocení úložních a tektonických poměrů hnědouhelné sloje Antonín v předpolí lomu Jiří a Družba na základě informací z bývalé hlubinné činnosti. Diplomová práce. VŠB TU Ostrava.

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

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

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

ŠTÝS S., BÍZKOVÁ R., RITSCHELOVÁ I., 2014: Proměny severozápadu. Český statistický úřad, Praha: 184p.

WEISS Z., KUŽVART M., 2005: Jílové minerály. In: BURYAN P., 2010: Kapalné produkty bitumenu cypřišových jílů. *Paliva* 2: 9p.

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

Mapy: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/images/sra12.gif>

11 Přílohy

- I. Fytocenologické snímky
- II. Grafy
- III. Fotodokumentace (pouze na přiloženém CD-ROM)