

Katedra botaniky  
Univerzita Karlova v Praze - Přírodovědecká fakulta



**MECHOROSTY ODKALIŠŤ ČR NA PŘÍKLADU  
RUDNÉHO ODKALIŠTĚ MĚDĚNEC**

Bakalářská práce

Lada Syrovátková

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Zdeněk Soldán, CSc.

## ABSTRAKT

V rámci bakalářské práce byly studovány mechorosty na odkalištích v České republice. Byla provedena literární excerptce údajů vztahujících se k danému tématu. Floristicky bylo prozkoumáno rudné odkaliště Měděnec v Krušných horách. Jde o antropogenně vzniklé stanoviště s velmi extrémními podmínkami prostředí (např. toxicita substrátu, nízké pH)

Celkem bylo na studované lokalitě nalezeno 29 druhů mechorostů, z čehož 10 % tvořily játrovky a 90 % mechy. Zajímavé jsou nálezy několika kalcifytních druhů jako např. *Preissia quadrata*, *Pellia endiviifolia* nebo *Dicranella varia*.

## OBSAH

<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>4</b>
<b>2. LITERÁRNÍ PŘEHLED</b> .....	<b>5</b>
2.1. Úvod do problematiky odkališť' .....	5
2.2. Sukcese vegetace na odkalištích.....	7
2.3. Biologické půdní krusty .....	8
2.4. Výzkum mechorostů na odkalištích (literární excerpte).....	9
<b>3. MECHOROSTY ODKALIŠTĚ MĚDĚNEC</b> .....	<b>10</b>
3.1. Charakteristika sledovaného území.....	10
3.2. Materiál a metodika .....	12
3.3 Výsledky.....	14
<b>5. DISKUSE</b> .....	<b>16</b>
<b>6. ZÁVĚR</b> .....	<b>18</b>
<b>7. LITERATURA</b> .....	<b>19</b>
<b>8. PŘÍLOHY</b> .....	<b>21</b>

# 1. ÚVOD

Odpady veškeré lidské činnosti připomínají svou všudypřítomnost čím dál mohutnějšími objemy a zvětšujícími se plochami. O způsobech, jak příroda uchopí a přijme zpět to, co z ní bylo odňato, přeměněno, ochuzeno a poté jí v surové, obvykle stejnorodé formě vrženo zpět do náruče, víme jen málo (KOVÁŘ ET RAUCH 1981).

Jedním z mnoha v krajině rušivě působících vlivů jsou i odkaliště, sedimentační nádrže sloužící k ukládání popílků z elektráren a odpadů, které vznikají při těžbě a úpravě rud. Odkaliště představují nově vzniklé ekosystémy, umělé ostrovy v krajině mozaice (VAŇKOVÁ 2004). Pro přírodu jsou odkaliště i ostatní úložiště odpadů výraznou zátěží, se kterou se musí dlouho vyrovnávat, na druhou stranu se ale jejich vznikem objevuje nový volný prostor pro život organismů, i když v tak extrémních podmínkách, jakými odkaliště jsou, život značně znesnadněný.

Na počátku vývoje společenstva se mohou ve velké míře uplatnit organismy, které jsou v porovnání s cévnatými rostlinami konkurenčně slabší, tedy především lišejníky a mechorosty.

Studium organismů osidlujících antropogenně ovlivněná místa, je důležité zejména pro možnost využít později této znalosti při pokusech navrátit taková stanoviště zpět přírodě. Obnovovat v krajině cokoli životodárného v souladu s požadavkem udržitelnosti nelze bez citlivosti k biologické povaze věci (KOVÁŘ 1997).

Cílem mé bakalářské práce je a) vyhledat v literatuře dosud známá fakta týkající se mechorostů na odkalištích, b) provést bryofloristický průzkum rudného odkaliště Měděnec v Krušných horách.

Práce je formulována do dvou samostatných celků. V první části jsou shrnuty obecné poznatky o odkalištích a mechorostech na nich se vyskytujících, druhou tvoří výsledky mého vlastního výzkumu.

## 2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 2.1. Úvod do problematiky odkališť

Odkaliště je uměle nebo přirozeně ohraničený prostor sloužící k trvalému nebo dočasnému uskladnění kalu, který je na vlastní místo konečného odkaliště dopravován z místa vzniku převážně hydraulicky (secus BULÍČEK ET JINDŘICH 1976). Kal vzniká jako odpadní složka především při těžbě a úpravě rud a při spalování fosilních paliv (cf. Palice et Soldán 2004). Podle původu odpadu je pak možné odkaliště dělit do dvou základních typů: rudná a strusko-popílková. Oba typy se liší nejen chemickými vlastnostmi substrátu (především pH), ale i vlastnostmi fyzikálními (hydrologický režim, zrnitost materiálu atd.). Dále můžeme odkaliště dělit i podle charakteru ukládaného materiálu - zrnitý nebo kolidní, podle typu hráze - sypané a naplavované, či podle systému hospodaření - průtočné nebo cirkulační (BULÍČEK ET JINDŘICH l. c.).

Uloženiny na odkalištích jsou vyčleňovány oproti ostatním typům odpadů zejména pro svou specifickou technologii vzniku. Zpravidla zavodněné kaly jsou pod tlakem vedeny na cílovou plochu uložení potrubím, které ústí výpustěmi po obvodu či v centru kalojemu. Pokud dojde k naplnění nádrže, může případně následovat zvýšení hráze o další „patro“, čímž vzniká charakteristická stupňovitá struktura výsledného tělesa odkaliště (cf. KOVÁŘ 1997). Po ukončení těžby nebo dosažení konečné kapacity by mělo být podle předepsaných norem odkaliště rekultivováno.

KOVÁŘ ET RAUCH (1981) ale poukázali na fakt, že obvyklé způsoby rekultivace za použití v krajině cizorodých komponentů bývají často neúčinné, v některých případech dokonce nevhodné či dokonce kontraproduktivní. Výše zmínění autoři se také domnívají, že alespoň některé části takových umělých ekosystémů by mělo smysl v době následující po ukončení provozu chránit před zásahy člověka, tedy ponechat spontánní sukcesi, jejímž výsledkem by bylo dosažení původního přirozeného rázu krajiny nebo alespoň přiblížení tomuto stavu. A to jednak pro možnost studovat jejich spontánní biologické oživení a z poznání přirozených mechanismů kolonizace odvozovat metody správy, dále proto, že slouží jako přirozené, byť v krajině nově vzniklé útočiště (refugium) pro řadu druhů rostlin, živočichů a dalších organismů z širší oblasti mizející.

V rámci recentně přijaté publikace Ministerstva životního prostředí ČR „Strategie ochrany biologické rozmanitosti České republiky“, tedy na základě schváleného usnesení vlády ČR ze dne 25.5. 2005 č. 620, byla do tohoto dokumentu inkorporována i partie týkající se

nerekultivovaných ploch (kap. VII. 1; SOLDÁN 2005), kde je tato problematika krátce shrnuta a dále navržena závazná opatření pro postup řešení rekultivace těchto specifických biotopů v krajině v dalších letech.

Organismy, které osidlují takto extrémní stanoviště jsou nuceny vyrovnávat se s celou řadou stresových faktorů, jež na odkalištích působí. Jde především o extrémní pH, salinitu, přehřívání (povrch se může v létě ohřát na teplotu 50-60° C (HROUDOVÁ ET ZÁKRAVSKÝ 2004)) a rychlé vysychání povrchových vrstev půdy, extrémě zvýšenou koncentraci toxických prvků atd. Všechny tyto charakteristiky významně ovlivňují kolonizaci substrátu a výsledkem jejich působení je pak zpravidla velmi pomalá sukcese společenstev.

## 2.2. Sukcese vegetace na odkalištích

Na opuštěných odkalištích počíná vývoj vegetace samozřejmě na zcela nevyvinutých půdách. Vzhledem k technologii tvorby není během dopravy ukládaného materiálu na odkaliště umožněna ecese diaspor (VAŇKOVÁ 2004). Sukcesi probíhající na takto charakterizovaných stanovištích pak označujeme jako primární.

Pro primární sukcesi je příznačné, že jakmile první šťastně uchycené rostliny přinesou diasporu a následně jimi zaplaví okolí, zabrání tím pronikání rostlin ze vzdálenějších míst. „Společenstvo prvních dárců života“ se posouvá k „společenstvu kontrolujícímu klíčení a růst“ (TITUS 1998). Klasické sukcesní schéma – jednoletky, dvouleté druhy, vytrvalé širokolisté byliny, vytrvalé trávy, dřeviny - je v extrémních podmínkách primární sukcese na nestabilním substrátu pozměněno. Téměř chybějí stadia jedno- a dvouletých druhů, sukcese začíná vytrvalými travami jako dominantními druhy a výrazně se zde uplatňují kryptogamy (PRACH 1990).

V době iniciace sukcese je jedním z hlavních faktorů vývoje společenstev transport diaspor z okolí. Ten je zpočátku zajišťován převážně anemochorně. Vedle anemochorní cesty je však důležitý i zoochorní transport diaspor (VAŇKOVÁ 2004). Rostliny uplatňující se v počátečních stadiích vývoje společenstva maximalizují disperzi, ale také jsou přizpůsobeny růstu na suchých stanovištích s nedostatkem živin. Mají většinou lehká semena (spory), která se snadno šíří větrem, s minimálními požadavky dormance, klíčící velmi brzy po uchycení na stanovišti. Na druhou stranu však malá semena mají menší šanci přežít extrémně nepříznivé podmínky, jako přehřívání a vysychání a následně úspěšně vyklíčit.

Sukcese je proces dynamický, který se v čase mění. Jednoleté druhy jsou postupně nahrazovány víceletými. Prvotní pokryv rudérálních rostlin je postupně nahrazován travami či dokonce některými druhy dřevin.

Na odkalištích probíhá sukcese výrazně pomaleji než v jiných společenstvech (HROUDOVÁ ET ZÁKRAVSKÝ 2004). Důvodem, proč tato místa zůstávají dlouho po ukončení původní činnosti bez vegetace, je špatná kvalita půdy s vysokým obsahem písčitéch částic (VAŇKOVÁ 2004). Na takovýchto plochách, které cévnaté rostliny nedokáží osídlit, se odkrývá volná nika pro organismy konkurenčně slabší, tedy mechorosty a lišejníky. Ty zde pak tvoří dominantní porosty a za jejich účasti - společně s řasami, sinicemi, bakteriemi a houbovými organismy - vzniká v nejsvrchnější vrstvě půdy dynamická struktura - tzv. biologická půdní krusta.

### 2.3. Biologické půdní krusty

Biologické půdní krusty vznikají spojením půdních částic se sinicemi, řasami, houbami, lišejníky a mechorosty, které žijí na povrchu nebo v nejsvrchnější vrstvě půdy. Výsledkem přítomnosti a působení těchto organismů je živá krusta pokrývající půdu jako souvislá vrstva (BELNAP, BÜDEL ET LANGE 2001).

Tyto krusty bývají označovány nejrůznějšími jmény, jako např. kryptogamické, kryptobiotické, makrobiotické, mikroflorální, mikrofytické nebo organogenní půdní krusty (HARPER ET MARBLE 1988; WEST 1990). BELNAP, BÜDEL ET LANGE (l.c.) se přiklánějí k názvu biologická půdní krusta, protože nejlépe vystihuje, že tyto krusty jsou závislé na aktivitě živých organismů.

Biologické půdní krusty se vyskytují v nejrůznějších oblastech po celém světě, ale nejdůležitější roli hrají v pouštích a v polárních oblastech, kde se významně podílí na snižování eroze půdy. V menší míře je možné nalézt tyto typy biologických krust ve střední Evropě jako součást vegetace xerothermních stepí. Zajímavým místem výskytu těchto krust jsou však antropogenně vznikající substráty - výsyvky a odkaliště spojená s těžbou surovin.

V průběhu minulých třiceti let vědci shromažďovali důkazy, že biologické půdní krusty mohou být významné z ekologického hlediska (JOHANSEN 1993). V řadě procesů odehrávajících se na povrchu půdy hrají nezanedbatelnou roli. Jde např. o zlepšení půdní stability a zmírnění erozních pochodů, ovlivnění vsakování vody a zadržení vody v půdě, vliv na zachycení semen a spor rostlin, jejich klíčení a růst rostlin, následnou fixaci vzdušného dusíku, vliv na příjem živin rostlinami a v neposlední řadě též akumulaci organického materiálu, čímž je půda připravována pro kolonizaci dalšími rostlinami.

Přestože se krusty nacházejí v mnoha odlišných prostředích, vyznačují se řadou podobností v druhovém složení, struktuře a funkci (JOHANSEN l.c.). Otázkou je, zda toto tvrzení můžeme aplikovat i na druhové složení mechorostů na krustách na našem území. Vzhledem k tomu, že toto téma nebylo ještě téměř v České republice studováno, mohlo by být v budoucnu předmětem dalších, tuto problematiku rozvíjejících studií.



## 2.4. Výzkum mechorostů na odkalištích (literární excerptce)

Původním cílem bakalářské práce bylo provést excerptci literatury týkající se mechorostů na odkalištích pouze v rámci České republiky. Podařilo se mi ale vyhledat jen minimální počet prací týkajících se tohoto tématu. Proto jsem se rozhodla prozkoumat i literaturu světovou, ale ani zde jsem nebyla o mnoho úspěšnější. Touto problematikou se s největší pravděpodobností dosud nikdo podrobněji, přinejmenším však souborně nezabýval.

Z bryologického hlediska byly prostudovány v České republice zatím pouze dvě lokality: Chvaletice (rudné odkaliště), kde probíhají nejrůznější výzkumy (hlavně ekologické) už od sedmdesátých let a Bukovina (strusko-popílkové odkaliště opatovické tepelné elektrárny). KOVÁŘ (1979, 1994) jako první uvádí ve svých studiích údaj o výskytu mechu *Ceratodon purpureus* z chvaletického odkaliště. Ve svých pracích však zmínil i 3 další druhy (*Brachythecium rutabulum*, *Plagiomnium affine* a *Pohila nutans*) vyskytující se na blízkých rekultivovaných svazích. Výzkum Pohlové (POHLOVÁ 1998), která studovala ekologii mechu *Ceratodon purpureus* a lišejníků *Peltigera didactyla* a *Cladonia* sp.div., probíhal též ve Chvaleticích. Výsledky této práce shrnuje článek (POHLOVÁ 2004) ve sborníku „Natural recovery of human-made deposits in landscape“. PALICE ET SOLDÁN (2004) na dvou výše zmíněných lokalitách našli celkem 51 taxonů mechorostů (46 druhů - Chvaletice, 19 druhů - Bukovina). Kromě floristiky se zabývali také ekologickými proměnnými ovlivňující výskyt a růst mechorostů a lišejníků půdních krust a životními strategiemi těchto kryptogam. Další prací pojednávající o mechorostech opět na chvaletickém odkališti je studie Hroudové a Zákrafského (HROUDOVÁ ET ZÁKRAVSKÝ 2004). Vzhledem k charakteru práce (studován vliv vrstvy mechorostů na mikroklima půdního povrchu) zde kromě výskytu druhu *Ceratodon purpureus* žádné další druhy mechorostů zmiňovány nejsou. Mechorosty tvořící na odkalištích dominanty jsou zmiňovány i v několika diplomových pracích, kde bylo místem studia právě chvaletické odkaliště (např. DOSTÁL 1997).

## 3. MECHOROSTY ODKALIŠTĚ MĚDĚNEC

### 3.1. Charakteristika sledovaného území

#### **Krušné hory**

Krušné hory ohraničují kotlinu Čech ze severozápadu. Postupují v délce 130 km od jihozápadu k severovýchodu v přímém směru, takže průběh státní hranice, probíhající po tisíc let po jejich hřbetu není nikde narušen většími výběžky. Vrcholový hřbet, kde se nachází odkaliště Měděnec, je poměrně plochý, dosahuje výšky 900 – 1000 m n. m. Nad něj výrazně vystupují Klínovec (1244 m n. m.) na české straně a Fichtelberg (1214 m n. m.)

Geologicky jsou Krušné hory starým pohořím, jehož základní rysy vznikly v prvohorách. Během třetihor poklesly podél Krušnohorského zlomu pánve a relativně vystoupily Krušné hory.

Krušné hory patří k nejdeštivějším oblastem České republiky. Atlantské proudění ze SZ s sebou přináší velké množství srážek. Ročně zde spadne okolo 1200 mm srážek. Protože Krušné hory tvoří první klimatickou bariéru tomuto převládajícímu proudění, na hřebenech často zuří vichřice a v zimě sněhové bouře

V Krušných horách jsou zastoupeny vegetační stupně od dubového po smrkový. Nejrozsáhlejší je stupeň bukový. Osud místních lesů je již od raného středověku velmi pohnutý. Bohatá rudná naleziště a důlní činnost s sebou nesly neregulovatelné kácení a klučení lesů pro potřeby hutí. Důsledkem bylo odlesnění značné části horského masivu. Obnova porostu byla velmi problematičká. Smrkové hospodářství používané na velkých plochách bylo opakovaně v Krušných horách zavedeno nejdříve ze všech horských oblastí České republiky. Při tomto způsobu lesního hospodaření zanikly původní ekotypy smrku. Vegetace je silně poškozena oxidy síry z nedalekých severočeských tepelných elektráren. Ačkoliv se emise škodlivin v posledním desetiletí několikanásobně snížily, je jejich obsah v půdě stále devastující. Smrky, ale i břízy umírají v 10 až 15 letech věku bez zjevných příčin. Proto probíhají pokusy s vysazováním i nepůvodních dřevin např. smrk pichlavý a borovice kanadská (anonymus 2002).

#### **Odkaliště Měděnec**

Opuštěné rudní odkaliště Měděnec se nachází asi 2 km SZ od stejnojmenné obce poblíž Klášterce nad Ohří na hřebeni Krušných hor v nadmořské výšce 817 m n. m. Zaujímá plochu

9 ha (VAŇKOVÁ 2004). Vzniklo v souvislosti s těžbou pyritu a dalších surovin a jejich úpravou při výrobě kyseliny sírové.

Nejstarší doložené zprávy o těžbě pocházejí ze 14. a 15. století a svědčí o intenzivním dobývání rud v okolí Měděnce. Toto horní městečko bylo založeno roku 1520 v blízkosti již provozovaných dolů majitelem panství Hanušem z Vitzthumu. V době rozvíjejícího se dolování v okolí Měděnce byly pravděpodobně získávány pouze stříbrnosné měděné rudy, které se zpracovávaly na tzv. „černou měď“ s malým obsahem stříbra. Teprve v druhé polovině 16. století se začaly dobývat chalkopyrit, pyrhotin a také pyrit pro výrobu kyseliny sírové a skalice. Následkem třicetileté války začaly doly v okolí Měděnce upadat a tento stav přetrvával až do roku 1954, kdy byl zahájen rozsáhlý geologický průzkum, v jehož průběhu byla objevena nová ložiska magnetitu.

V roce 1960 byla zahájena výstavba nového dolu Měděnec a první ruda vytěžena dne 17.5. 1968. Tento důl byl v provozu až do roku 1992, kdy byl pro vyčerpání ložiska uzavřen. Vlastní těžba však neskončila. Roku 1994 zahájil těžbu soukromý důl GARMICA, zabývající se těžbou a zpracováním muskovitových svorů. O dva roky později byl i tento provoz pro odbytové problémy ukončen. Dne 31.7. 1998 byly veškeré práce ukončeny a došlo k postupnému zatopení dolu podzemními vodami. V současnosti probíhají jednání o obnovení provozu.

Po ukončení těžby bylo odkaliště Měděnec zanecháno samovolnému vývoji. Je zde patrný gradient velikostí částic vznikající specifickým způsobem ukládání odpadu, což může ovlivňovat charakter spontánně vyvinuté vegetace v průběhu sukcese (KOVÁŘ 2004).

V nejhlubší části zůstala zachována středová laguna, která postupně zarůstá rákosem. Okolí laguny je díky dobré dostupnosti vody kolonizováno množstvím druhů mechorostů i některých cévnatých rostlin. Objevují se i nízké stromy jako např. vrby, břízy a smrky. V sušších, od středu vzdálenějších částech se pak střídají plochy holé půdy zcela bez vegetace s monotónními porosty mechorostů.

### 3.2. Materiál a metodika

Při vyhledávání literatury o mechorostech na odkalištích mi byla nejcennějším pomocníkem souborná publikace P. Kováře „Natural recovery of human-made deposits in landscape“. Tento sborník byl prvním seznámením s problematikou odkališť a poskytl mi též řadu užitečných odkazů na další literaturu.

Při zpracování problematiky biologických půdních krust z obecného hlediska mi byla podobně nápomocna publikace „Biological soil crusts: structure, function and management“ (BELNAP, BÜDEL ET LANGE 2001).

Pro floristický průzkum bylo vybráno odkaliště Měděnec. Jde o rudné odkaliště, kde nebyla provedena rekultivace, je tedy přibližně od roku 1998 ponecháno samovolnému vývoji. Probíhá zde tak spontánní vývoj vegetace.

Vlastní průzkum probíhal na jaře 2006. U studovaných mechorostů jsem si zapisovala i údaje o substrátu, na němž se vyskytovaly, přibližnou pokryvnost vztaženou na celou plochu a také část odkaliště, kde byly nalezeny.

Studované odkaliště jsem především z hlediska dlouhodobější dostupnosti vody rozdělila do 6 samostatných zón (A-F), které se vyznačovaly i odlišnou druhovou skladbou. Rozmístění jednotlivých zón na odkališti schematicky zachycuje obr. 1.

Zóna **A** představuje nejvlhčí část odkaliště, kde je patrné, že vodní hladina v průběhu roku kolísá. Vyznačuje se bohatým mechovým porostem. Ojedinele se objevují i nízké keříky vrb a některé druhy trav.

Zóna **B** je zřejmě nejstarší částí odkaliště. Jde o vlhkou zatravněnou část s výskytem nízkých smrků a bříz (do výšky asi 1m). Nacházejí se zde převážně travní druhy mechorostů. Zóna **C** vymezuje nízký travnatý břeh, v době jarní návštěvy částečně zaplavený. Díky tomu se zde vyskytují vlhkomilné a vodní druhy.

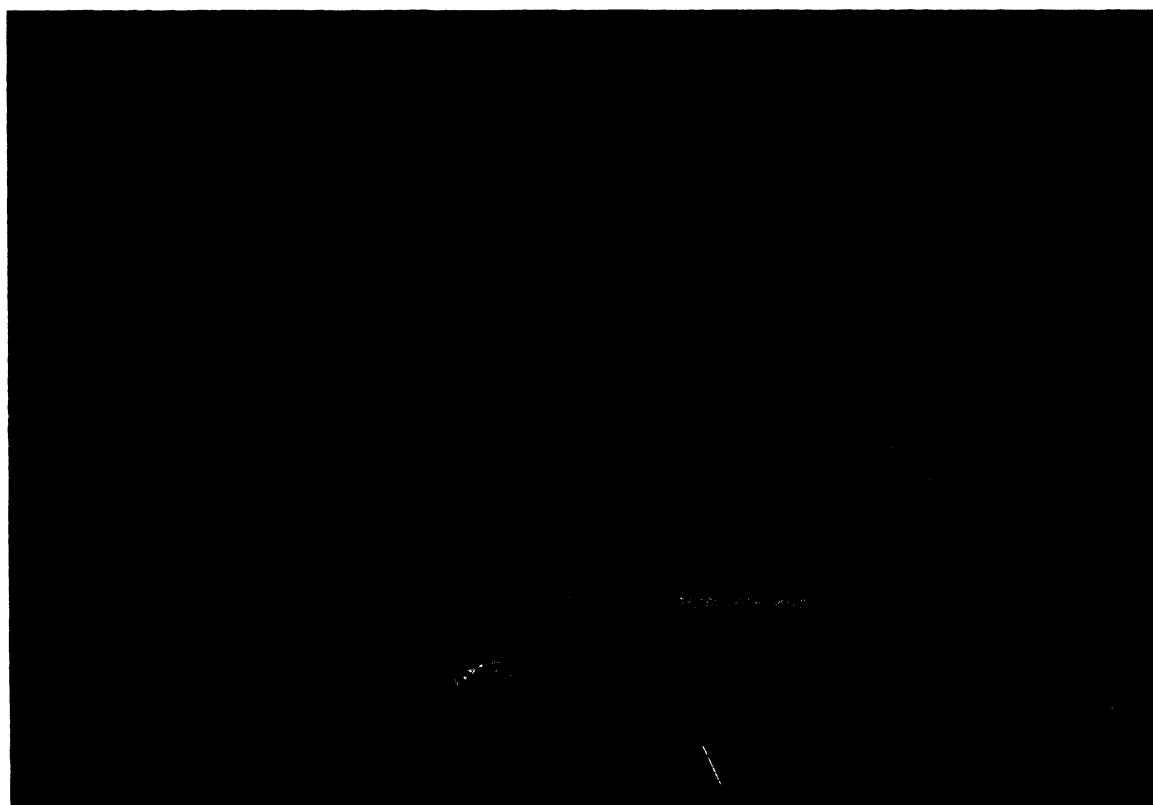
Zóna **D** je opět částí zatravněnou, ale na rozdíl od předchozí části je tento břeh značně zvýšený a tudíž i výrazně sušší.

Zóna **E** zahrnuje převážnou část vlastní sedimentační nádrže. Tato plocha je charakterizována jen velmi malou pokryvností mechorostů i ostatních rostlin (méně než 5 %). Převážnou část této plochy tvoří holá půda. Výrazně se zde projevují disturbance motorovými vozidly.

Do poslední zóny **F** jsem zařadila navršené hráze odkaliště s výjimkou západní hráze, kde bylo patrné, že vegetace nevznikla jako součást spontánních pochodů primární sukcese (vysázené stromy).

Sebraný materiál jsem určovala na základě morfologických znaků dle běžné určovací literatury: Frahm et Frey (1987), Pilous et Duda (1960), Paton (1999), Schumacker et Váňa (2005), Smith (2004). Nomenklatura mechorostů byla sjednocena podle „Seznamu a červeného seznamu mechorostů České republiky“ (Kučera et Váňa 2005). Nalezené druhy jsem zpracovala do tabulky, připojila jsem i další zjištěné údaje. Příslušné herbářové položky jsou uloženy v herbáři PřF UK v Praze (PRC).

Obrázek 1: Letecký snímek odkaliště Měděnec s vyznačenými zónami A - F



### 3.3 Výsledky

Na sledovaném odkališti jsem našla celkem 29 druhů mechorostů, z toho 3 druhy játrovek a 26 druhů mechů. Následuje seznam všech nalezených druhů zpracovaný do tabulky společně s údaji o pokryvnosti, fertilitě a zóně, ve které se daný druh vyskytoval.

Tabulka 1: Seznam nalezených druhů

Druh	Výskyt	Fertilita	A	B	C	D	E	F
<b>Játrovky</b>								
<i>Aneura pinguis</i> (L.) Dumort.	vzácně	fertilní	+					
<i>Pellia endiviifolia</i> (Dicks.) Dumort.	často	fertilní	+					
<i>Preissia quadrata</i> (Scop.) Nees	vzácně	sterilní	+					
<b>Mechy</b>								
<i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) Schimp.	vzácně	sterilní	+					
<i>Atrichum tenellum</i> (Röhl) Bruch et Schimp.	vzácně	sterilní			+			
<i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P. Beauv.	vzácně	fertilní				+		
<i>Aulacomnium pallustre</i> (Hedw.) Schwägr.	vzácně	sterilní		+				
<i>Barbula convoluta</i> Hedw.	často	fertilní	+					
<i>Barbula unguiculata</i> (Hedw.)	obecně	fertilní	+				+	+
<i>Brachythecium albicans</i> (Hedw.) Schimp.	často	sterilní				+		
<i>Brachythecium mildeanum</i> (Schimp.) Schimp.	vzácně	sterilní				+		
<i>Brachythecium plumosum</i> (Hedw.) Schimp.	vzácně	sterilní			+			
<i>Brachythecium rivulare</i> Schimp.	vzácně	sterilní			+			
<i>Brachythecium rutabulum</i> (Hedw.) Schimp.	často	fertilní				+		
<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	často	fertilní	+				+	+
<i>Bryum caespiticium</i> Hedw.	často	fertilní	+					
<i>Bryum pallens</i> Sw. ex Anon.	často	sterilní	+				+	
<i>Drepanocladus aduncus</i> (Hedw.)	vzácně	sterilní			+			
<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid.	obecně	fertilní	+				+	+
<i>Dicranella cerviculata</i> (Hedw.) Schimp.	často	fertilní	+					
<i>Dicranella varia</i> (Hedw.) Schimp.	obecně	fertilní	+				+	
<i>Fissidens taxifolius</i> Hedw.	vzácně	sterilní				+		
<i>Funaria hygrometrica</i> (Hedw.)	často	fertilní	+					
<i>Grimmia pulvinata</i> (Hedw.) Sm.	vzácně	sterilní	+					
<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Warnst.	vzácně	sterilní			+			
<i>Philonotis fontana</i> (Hedw.) Brid.	vzácně	sterilní		+				
<i>Polytrichastrum formosum</i> (Hedw.) G. L. SM.	vzácně	fertilní				+		
<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	vzácně	sterilní				+		
<i>Polytrichum piliferum</i> Hedw.	vzácně	sterilní				+		

**Vysvětlivky k tabulce:**

**Výskyt** - udává odhadnutou pokryvnost vztaženou na celkovou plochu odkaliště:

vzácně- 0-1m<sup>2</sup>

často- 1-10 m<sup>2</sup>

obecně- více než 10 m<sup>2</sup>

**A, B, C, D, E, F** – tyto sloupce označují jednotlivé výše zmíněné zóny, + v příslušném sloupci znamená výskyt druhu v této zóně (viz obr.1)

## 5. DISKUSE

Jak již bylo uvedeno výše, celkovou plochu odkaliště je možno z hlediska dostupnosti vlhkosti rozdělit do šesti poměrně dobře odlišených zón. Podmínkám v těchto zónách převládajícím odpovídá i druhová skladba mechorostů, které zde byly nalezeny.

Druhově nejbohatší se ukázala zóna A, která je nejvlhčí částí odkaliště, čemuž odpovídá i zhodnocení druhové skladby z hlediska vlhkostních nároků. Většina hygropytních druhů spadá právě do této zóny. Naopak nejméně druhů bylo nalezeno v nejsušší části, zóně F, do které byly zařazeny hráze odkaliště.

Dalším sledovaným kritériem byla pokryvnost. Ukázalo se, že dominanty mezi mechorosty zde tvoří druhy *Barbula unguiculata*, *Ceratodon purpureus* a *Dicranella varia*.

Zajímal mě i podíl fertilních druhů. Na sledované lokalitě činil 44%.

Následující charakteristiky jsem hodnotila podle Dierssena (DIERSSEN 2001). Druhy odkaliště Měděnec je možné z hlediska rozšíření zařadit nejčastěji mezi kosmopolitně rozšířené. Do této kategorie patří více než 55%. Ostatní druhy mají cirkumpolární nebo disjunktně cirkumpolární rozšíření. Co se týče gradientu kontinentalita-oceanita, nelze u sledovaných druhů vyzorovat žádnou preferenci.

Z hlediska vlhkostních nároků spadá více než jedna třetina mezi hygropyty, tedy druhy preferující zamokřené substráty.

Dále jsem hodnotila druhy ohledně pH substrátu. Vzhledem k charakteru odkaliště by se zde měly vyskytovat převážně acidofilní druhy. To však odpovídá jen částečně. Čistě acidofilních druhů se vyskytuje pouze 17% (druhy rodů *Polytrichum* a *Atrichum*). Tyto rody se vyskytovaly společně v zóně C. Zde určitě kromě pH hraje roli ještě další důležitý faktor, tedy, že zóna C je místem poměrně suchým, což výše zmíněné rody též preferují. Většina druhů má širší amplitudu pH. Překvapivý je zde výskyt některých čistě basifilních druhů např. *Dicranella varia*, *Pellia endiviifolia* nebo *Preissia quadrata*. Poslední zmiňovaný druh je sice Dierssenem klasifikován jako subneutrofyt- basifyt (což odpovídá pH vyššímu než 5,7), ale on-line klíč (<http://botanika.bf.jcu.cz/bryoweb/klic/>) prezentuje tento druh jako striktní kalcifyt. DUDA ET VÁŇA (1992) uvádějí následující: „Tento druh roste v Československu na vlhkých vápencových skalách, na vápencovém humusu, řidčeji také na jiných bazických horninách, vzácně na slatiných loukách, ve štěrbinách starých zdí ve městech nebo zříceninách hradů.“ Substrát ani místo nálezu rozhodně žádné z těchto



charakteristik neodpovídá (nalezena na vlhkém substrátu dna odkaliště). Zajímavé je i to, že práce Dudy a Váni (DUDA ET VÁŇA l.c.) tento druh z Krušných hor neuvádí.

Celkovému charakteru studované lokality odpovídá i vysoký podíl fotofytních druhů (téměř 50%), čistě sciofytní je pouze jeden druh (*Aneura pinguis*).

Druhy, které osidlují takto extrémní stanoviště jako jsou odkaliště musí být odolné i vůči častým disturbancím a tolerovat vysoký obsah toxických látek. To se potvrdilo i podle Dierssena, kde jsem u velké části nalezených druhů našla údaj o výskytu na narušovaných stanovištích, v lomech, odpadních půdách (např. *Atrichum undulatum*, *Barbula unguiculata*, *Bryum argenteum*, *Ceratodon purpureus*, *Funaria hygrometrica*). Z toxitolerantních druhů je možné uvést např. *Bryum argenteum*, *Dicranella varia*, *Fissidens taxifolius*, *Grimmia pulvinata*.

Vzhledem k období, kdy probíhal průzkum lokality (na jaře, brzy po roztání sněhové pokrývky), je možné, že některé druhy zůstaly skryty pod zvýšenou hladinou „jezírka“.

## 6. ZÁVĚR

Prvním úkolem vytyčeným v úvodu mé práce bylo vyhledání literárních údajů týkajících se daného tématu. Tento úkol se ukázal jako poměrně nesnadný. Mechorosty na odkalištích se s největší pravděpodobností dosud nikdo souhrnně nezabýval, literární údaje jsou tedy značně neucelené, jednotlivé druhy jsou většinou zmiňovány pouze tehdy, pokud tvoří na dané lokalitě dominantní porosty.

Druhou částí práce byl bryofloristický průzkum rudného odkaliště Měděnec. Na sledované lokalitě jsem našla celkem 29 druhů mechorostů, z čehož téměř 90 % tvoří mechy a 10 % játrovky. Převažují zde vlhkomilné a světlomilné druhy s kosmopolitním rozšířením.

Zajímavý je nález některých druhů uváděných z bazických substrátů jako např. *Pellia endiviifolia*, *Preissia quadrata* a *Dicranella varia*.

## 7. LITERATURA

- BELNAP J., BÜDEL B. ET LANGE O. L.**, eds. (2001): Biological soil crusts: Characteristics and distribution. – In: Belnap J., Lange O. L., eds.: Biological soil crusts: structure, function and management, p. 4-30, Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- BULÍČEK J. ET JINDŘICH J.** (1976): Vodohospodářské problémy odkališť. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- DIERSSEN K.** : Distribution, ecological amplitude and phytosociological characterization of European bryophytes. – Bryophyt. Bibl. 56.
- DOSTÁL P.** (1997): Sukcese na opuštěném rudním odkališti ve Chvaleticích (JV Polabí). – Ms., p 86., [Diplomová práce, PřF UK Praha].
- DUDA J. ET VÁŇA J.** (1992): Rozšíření játrovek v Československu - LXI . - Čas. Slez. Muz., Opava (A), 41: 41-54.
- EVANS R. D. ET JOHANSEN J. R.** (1999): Microbiotic crusts and ecosystem processes. Critical Reviews in Plant Sciences 18(2): 183-225.
- FRAHM J.-P. ET FREY W.** (1987): Moosflora. - Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- FREY W., FRAHM J.-P., FISCHER E. ET LOBIN W.** (1995): Die Moos- und Farnpflanzen Europas. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York.
- HARPER K. T. ET MARBLE J. R.** (1988): A role for nonvascular plants in management of arid and semiarid rangeland. – In: Tueller, ed.,: Vegetation science applications for rangeland analysis and management. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht
- HROUDOVÁ Z. ET ZÁKRAVSKÝ P.** (2004): The influence of the moss layer on soil surface microclimate in an abandoned ore-washery sedimentation basin. – In: Kovář P., ed., Natural recovery of human made deposits in Landscape, p.235-247, Academia, Praha.
- JOHANSEN J. R.** (1993): Cryptogamic crusts of semiarid and arid lands of North America. - J. Phycol. 29, 140-147.
- KOVÁŘ P.** (1979): Geobotanické aspekty rekultivace odkališť manganorudných a kyzových závodů Chvaletice. - Práce a Studie-Přír. 11: 63-67.
- KOVÁŘ P.** (1982): Rostliny na odkalištích. - Živa 30: 124.
- KOVÁŘ P.** (1994): Vegetační monitorování a ekologie obnovy krajiny: změny na odkalištích MKZ Chvaletice. – In: Kirschnerová L. (ed.): Monitoring vybraných společenstev a populací rostlinných indikátorů v České republice, Příroda, 1: 79-96.
- KOVÁŘ P.** (1997): Práce s krajinou a ekologie. - Vesmír 76: 223-224.
- KOVÁŘ P. ET RAUCH O.** (1981): Biologické problémy odkališť. - Vesmír 60: 243-247.

- KUČERA J. ET VÁŇA J.** (2005): Seznam a červený seznam mechorostů České republiky. Příroda 23, Praha.
- PALICE Z. ET SOLDÁN Z.** (2004): Lichen and bryophyte species diversity on toxic substrates in the abandoned sedimentation basins of Chvaletice and Bukovina. – In: Kovář P., ed., Natural recovery of human made deposits in Landscape, p.235-247, Academia, Praha.
- PATON J. A.** (1999): The liverwort flora of the British Isles. - Harley Books, Essex.
- PILOUS Z. ET DUDA J.** (1960): Klíč k určování mechorostů ČSR. - Nakladatelství ČSAV, Praha.
- POHLOVÁ R.** (2004): Ekologie mechu *Ceratodon purpureus* a lišejníků *Peltigera didactyla* a *Cladonia* sp. na bývalém odkališti ve Chvaleticích. Ms., p. 105 [Diplomová práce, PřF UK].
- POHLOVÁ R.** (2004): Changes on microsites of the moss *Ceratodon purpureus* and lichenes *Peltigera didactyla* and *Cladonia* sp. div. on the abandoned sedimentation basin in Chvaletice. – In: Kovář P., ed. Natural recovery of human made deposits in landscape, p. 223-234, Academia, Praha.
- PRACH K.** (1990): Směna dominant a rychlost sukcese. - Preslia, Praha, 62: 199-204.
- RAUCH O.** (1996): Srovnání vybraných prvků v substrátu odkališť a dynamika kontaminace půdní vody. – In: Kovář P. et Hroudová Z., Biotické interakce při osidlování toxických substrátů vegetací, Závěrečná zpráva grantového projektu GA ČR, ms.
- SCHUMACKER R. ET VÁŇA J.** (2005): Identification keys to the liverworts and hornworts of Europe and Macronesia. Sorus, Poznań.
- SMITH A. J. E.** (2004): The moss flora of Britain and Ireland. - Cambridge University Press, Cambridge
- SOLDÁN Z.** (2005): VII.1 - Případová studie ČR - "nerekultivované plochy". – In: Brožová J. et al., eds., Strategie ochrany biologické rozmanitosti ČR, p.48-50, Ministerstvo životního prostředí, Praha.
- TITUS J. H.** (1998): Déšť života na mrtvé moře. Návrat živočichů, rostlin a hub na vulkán Mount St. Helens. - Vesmír 3: 77.
- VAŇKOVÁ J.** (2004): Druhová diverzita rostlin na biotopech opuštěných lokalit v České republice. Ms., p. 94 [Diplomová práce, PřF UK].
- WEST N. E.** (1990): Structure and function of soil microphytic crusts in wildland ecosystems of arid and semi-arid regions. Adv Ecol Res 20: 179- 223
- Krušné hory – Karlovarsko. Turistická mapa 1: 50 000. Aktualizovaný dotisk 2002.

## 8. PŘÍLOHA

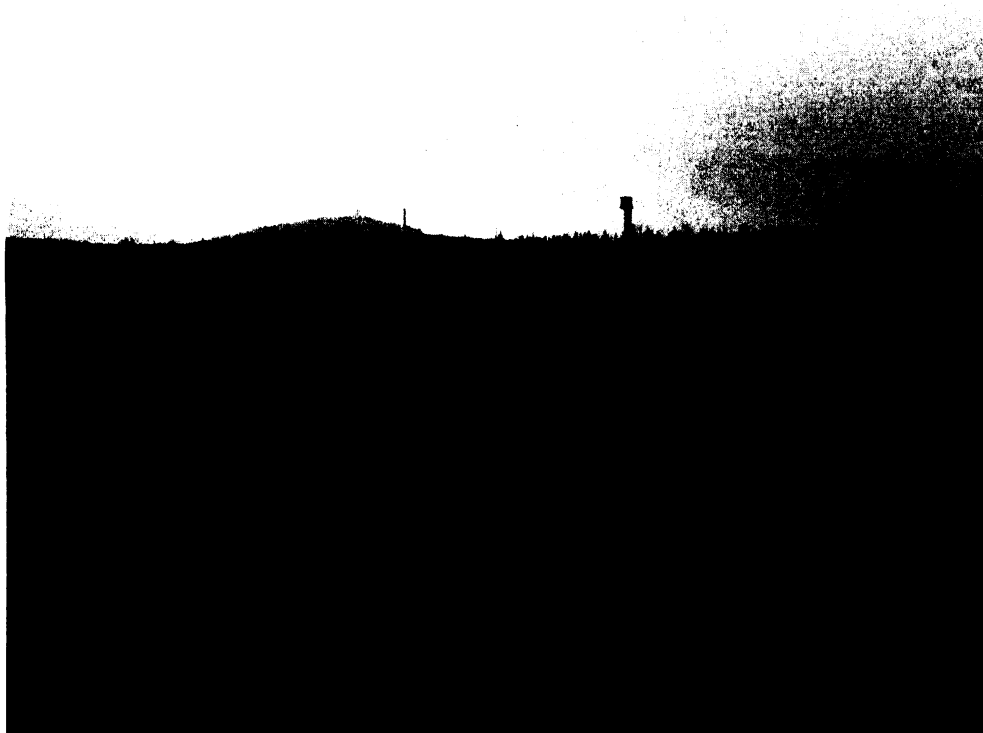


Foto 1: Celkový pohled na odkaliště Měděnec, v pozadí vrch Mědník (foto Z. Soldán).



Foto 2: Sušší část odkaliště (zóna E ), kde je dobře patrná disturbance motorovými vozidly (foto Z. Soldán).