

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Přírodovědecká fakulta**

**Srovnání různých revitalizačních postupů  
a jejich úspěšnost při obnově rašelinišť**

Bakalářská práce

**Klára Schmidtmajerová**

Školitelka: RNDr. Zuzana Urbanová, Ph.D.

České Budějovice 2017

Schmidtmajerová K. (2017): Srovnání různých revitalizačních postupů a jejich úspěšnost při obnově rašelinišť. [Comparison of various revitalization processes and their success in peatland restoration., Bc. Thesis, in Czech] – 32 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

## **Anotace**

Tato práce shrnuje přehled poznatků o vlivu těžby na rašeliniště a způsobech jejich revitalizace po ukončení těžby. V práci jsou porovnány různé revitalizační postupy a jejich úspěšnost. Součástí této práce je návrh projektu zaměřený na revitalizaci rašeliniště po těžbě.

## **Anotation**

This Bachelor Thesis summarizes the current knowledge about peat mining and its effect on peatland and different methods used for restoration of mined peatlands . Different restoration approaches and their success are compared within this thesis. The thesis includes a project proposal on post-harvested peatland restoration.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích, dne 13. 12. 2017

Klára Schmidtmajerová

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala své školitelce RNDr. Zuzaně Urbanové, Ph.D. za vedení práce, cenné rady a připomínky a také obrovskou trpělivost a ochotu. Děkuji také své rodině a blízkým za dlouhodobou podporu při studiu.

# Obsah

<b>Úvod</b>	<b>1</b>
<b>1 Ekologie rašelinišť</b>	<b>2</b>
1.1 Charakteristika rašelinišť a vznik rašeliny . . . . .	2
1.2 Význam rašelinišť . . . . .	3
<b>2 Narušení rašelinišť</b>	<b>5</b>
2.1 Odvodnění a jeho vliv na ekologii rašelinišť . . . . .	5
2.2 Různé těžební postupy a jejich vliv na ekologii rašelinišť . . . . .	6
<b>3 Revitalizace rašelinišť</b>	<b>8</b>
3.1 Revitalizace rašelinišť po ukončení těžby . . . . .	9
3.1.1 Techniky používané k obnově odtěžených rašelinišť . . . . .	10
3.2 Porovnání způsobů revitalizace k obnovení funkcí rašelinišť . . . . .	11
<b>4 Závěr</b>	<b>15</b>
<b>5 Projekt - revitalizace odtěženého rašeliniště Hrdlořezy</b>	<b>16</b>
5.1 Cíl projektu . . . . .	16
5.2 Hypotéza . . . . .	16
5.3 Návrh projektu . . . . .	16
5.3.1 Charakteristika lokality . . . . .	16
5.3.2 Terénní průzkum současného stavu všech částí lokality . . . . .	18
5.3.3 Návrh projektu revitalizace těžené části . . . . .	19
5.3.4 Plán revitalizace . . . . .	21
5.3.5 Práce před revitalizací . . . . .	21
5.3.6 Technické revitalizační opatření . . . . .	21
5.3.7 Monitoring revitalizace . . . . .	23
5.3.8 Personální zabezpečení a vybavení . . . . .	23
5.3.9 Časový a finanční plán projektu . . . . .	23
5.4 Očekávané výstupy projektu . . . . .	26
<b>Použitá literatura</b>	<b>27</b>

# Úvod

Rašelina jako surovina je lidmi používána již celá tisíciletí. Před nástupem komerčního zpracování byla rašelina užívána jako palivo v domácnostech a odvodněné oblasti sloužily zemědělské výrobě. Zásadní zlom v intenzitě těžby nastal zavedením mechanizace.

V současné době tak můžeme říci, že rozsáhlá historie lidského působení do určité míry ovlivnila ekologické procesy v podstatě každého rašeliniště v celé Evropě, kde více než polovina evropských rašelinišť byla nenávratně zničena (Joosten & Clarke, 2002). Se zvyšováním povědomí o hodnotě přírodních ekosystémů se výzkumy stále více zabývají hledáním vhodných technik přírodě blízké obnovy pro oblasti s rašeliništi, jež jsou narušené lidským zásahem.

Tato bakalářská práce shrnuje přehled poznatků o vlivu těžby na rašeliniště a způsobech jejich revitalizace po ukončení těžby. V teoretické části práce jsou porovnány různé revitalizační postupy a jejich úspěšnost. Praktickou částí bakalářské práce je návrh projektu zaměřený na revitalizaci konkrétního rašeliniště v k.ú. Hrdlořezy po těžbě.

# 1 Ekologie rašelinišť

## 1.1 Charakteristika rašelinišť a vznik rašeliny

Rašeliniště jsou mokřadním ekosystémem, který charakterizuje nepropustné podloží, zadržující na povrchu velké množství pramenité nebo dešťové vody. Kvůli trvalému či periodickému zaplavování se rostlinná biomasa hromadí ve spodních vrstvách, kde se díky anaerobním podmínkám nedostatečně a pomalu rozkládá a přeměňuje na rašelinu. Proces takzvaného zrašelinění trvá velice dlouho. Za jeden rok se utvoří pouhé 1-2 mm rašeliny (Jóža & Vonička, 2004). Důležitým faktorem pro akumulaci rašeliny je chemické a strukturální složení organického materiálu, tzn., že některé rostlinné druhy mají větší sklon k akumulaci rašeliny než ostatní. To vede k existenci široké škály „botanických“ typů rašelinišť (Joosten & Clarke, 2002). Celkové množství akumulované rašeliny je dáno dvěma hlavními faktory (Price et al., 2003):

- produktivitou a dekompozicí rostlin ovlivněnou příkonem fotosynteticky aktivního záření a teplotou,
- vlhkostními podmínkami, které jsou dány množstvím srážek, vydatností pramenných vývěrů a evapotranspirací.

Proto je zřejmé, že je téměř nemožné rašeliniště vytvořit uměle a obnova rašelinišť nedokáže umožnit jejich těžbu v blízké budoucnosti (Quinty & Rochefort, 2003).

Rozšíření rašelinišť úzce souvisí s klimatickými podmínkami. Charakteristické jsou oblasti s nadbytkem vody, který závisí na rovnováze mezi srážkami a evapotranspirací. Rašeliniště pokrývají zhruba 3 % zemského povrchu. Jejich celková plocha je odhadována na 4 miliony km<sup>2</sup>, z toho v boreálních a subarktických oblastech se nachází 3 460 000 km<sup>2</sup>. Například zaujímají 11 % území Kanady (Joosten & Clarke, 2002). V Evropě rašeliniště pokrývaly přibližně 20 % území. Jedna třetina evropských rašelinišť se nachází ve Finsku, kde pokrývají 32 % území, a více než čtvrtina se nachází ve Švédsku. Území Estonska je z 22,5 % pokryto rašeliništi. Na některých územích dosahuje výška rašeliny až 10 m, průměrně se pohybuje kolem 3-4 m (Vasander et al., 2003). Další země s významným zastoupením rašelinišť jsou Polsko, Velká Británie, Norsko, Německo, Irsko, Litva, Holandsko a Francie (Montanarella et al., 2006).

V České republice zaujímají rašeliniště pouze 0,3 % území. V našich podmínkách představují díky své specifické flóře a fauně unikátní ostrovní biotopy (Řehounek et al.,

2015).

Podle převládajícího zdroje vody a zásobení živinami rozlišujeme dva typy rašelinišť: minerotrofní a ombrotrofní. Minerotrofní rašeliniště jsou syčená podzemní vodou, od toho se odvíjí i vyšší pH dosahující hodnot mezi 5-6 (Lellák & Kubíček, 1992). Ombrotrofní rašeliniště jsou zásobována převážně srážkami, tato voda má nízký obsah uhličitánů a tím menší pufrací kapacitu a nízké pH 3,5 - 4,5 (Lellák & Kubíček, 1992) a malou zásobu minerálních živin (dusíku, fosforu, kationtů draslíku, vápníku, hořčíku). To se odráží i v různé druhové skladbě vegetace.

Pro vznik rašelinišť, jak je již výše uvedeno, jsou důležité druhy rostlin, jejichž biomasa se těžko rozkládá a které se tím zásadně podílí na vzniku rašeliny. Jsou to zejména rašeliníky (*Sphagnum*) a rostliny z čeledi šachorovitých (*Cyperaceae*), například různé druhy ostřic (*Carex sp.*) a především suchopýr (*Eriophorum*), které představují hlavní rašelinotvornou vegetaci. Klíčovými vlastnostmi rašeliníku jsou schopnost okyselovat prostředí, růst v habitatech extrémně chudých na živiny a odolnost proti rozkladu (Lamers et al., 2002). Porost rašeliníku má i specifickou morfologii, díky které je voda z hlubších vrstev velmi dobře vedena k povrchu kapilárními silami (Hayward & Clymo, 1982).

Nenarušená rašeliniště se skládají ze dvou vrstev – akrotelmu a katotelmu. Akrotelm představuje tenkou živou vrstvu na povrchu (cca 30-50 cm), kde dochází ke kolísání hladiny podzemní vody. Jde převážně o aerobní vrstvu, kde se velice rychle projevují hydrologické procesy a změny. Anaerobní a aerobní podmínky se střídají periodicky s kolísáním hladiny podzemní vody, podporují rychlejší mikrobiální aktivitu, je to i nejvíce prokořeněná zóna (Quinty & Rochefort, 2003). Spodní vrstva katotelm určuje tvar a strukturu rašeliniště. Jedná se o poměrně stabilní anaerobní prostředí s pomalým průběhem hydrologických procesů a nízkou mírou dekompozice (Clymo, 1984). Pro udržení specifického režimu rašeliniště je důležitý akrotelm, avšak katotelm tvoří většinu biomasy rašeliniště (Rydin et al., 2006).

## 1.2 Význam rašelinišť

Rašeliniště jsou v krajině významným prvkem, obsahují specifickou a relativně vysokou diverzitu organismů různých skupin, které vytvářejí z rašelinišť cenné ekosystémy (Quinty & Rochefort, 2003). Mají velký význam pro svoji **schopnost dlouhodobě ukládat živiny v nahromaděné rašelině**. Hrají významnou roli v globálním cyklu uhlíku, kdy oxid uhličitý fixovaný z atmosféry rostlinami a zabudovaný do biomasy je dlouhodobě uskladněn v podobě rašeliny. V návaznosti na odvodnění a těžbu je rašelina vystavena vzduchu



a aerobní rozkladné procesy zapříčiňují zvýšené emise oxidu uhličitého a tím přispívají k nárůstu koncentrace tohoto skleníkového plynu v atmosféře (Quinty & Rochefort, 2003).

Rašeliniště jsou často zmiňována i v souvislosti s globálním oteplováním a potenciálním uvolňováním tohoto nahromaděného uhlíku v případě změny klimatu. Mokřady na celém světě obsahují podle odhadů 550 miliard tun nashromážděného oxidu uhličitého, jsou tedy jeho největším „úložištěm“ na světě. Rašeliniště jsou významná i z hlediska **hydrologie** krajiny. Výzkumy prokázaly, že rašeliniště pomáhají tomu, aby docházelo ke zpoždění srážkových extrémů, chrání před erozí substrátu a zadržují anorganické látky (Bragg, 2002). Významnou roli hrají i v průtoku vody. Pokud jsou rašeliniště odvodněna nebo zanikla, tak voda, která by v nich byla za normálních okolností absorbována, rychle odtéká z krajiny (Quinty & Rochefort, 2003).

Rašeliniště jsou také **unikátním biotopem** pro některé vzácné druhy rostlin a živočichů. Rozdílnost od okolí řadí rašeliniště do skupiny tzv. izolovaných mokřadů. Podmínky, ve kterých se nacházejí, formují relativně vysokou specifickou diverzitu organismů různých skupin (řasy, heterotrofní protista, mechorosty, další rostlinná společenstva, členovce atd.). Řada druhů rostlin a živočichů se vyskytuje jen v tomto biotopu (Joosten & Clarke, 2002).

Rašeliniště také plní funkci **krajinného prvku**, který je člověkem ceněn i z hlediska estetického a díky naučným stezkám v národních parcích i výchovného. Pro své fyzikální a chemické vlastnosti jsou ložiska rašeliny využívána mnoha způsoby, například jako zahradní substrát nebo palivo (Rochefort, 2000). Slatinná rašelina je využívána v lázeňství pro léčivé koupele (Dohnal et al., 1965).

Zároveň jsou i významným **přírodním archivem** uchovávajícím po dlouhou dobu rostlinné zbytky a pylová zrna rostlin. Pylové analýzy a rozborů zbytků rostlin mají význam i pro paleoekologické rekonstrukce historických poměrů v krajině i pro archeologii (Rydin et al., 2006).

## 2 Narušení rašelinišť

Narušení rašelinišť lidskou činností souvisí s jejich přímou exploatací jako zdroje, například pro těžbu rašeliny nebo se snahou přeměnit rašeliniště na plochu, která má větší hospodářský užitek, ať už se jedná o zemědělství nebo lesnictví. Poškození rašelinišť může dosahovat různé úrovně, od takřka nezasazených rašelinišť s aktivním ukládáním humolitu po zcela zdegradovaná ložiska. Tento gradient odráží jak intenzitu lidských zásahů, tak intenzitu narušení vodního režimu na rašeliništích (Pfadenauer & Grootjans, 1999). Míra narušení rašeliniště se obecně určuje podle toho, do jaké míry si zachovalo schopnost aktivního růstu rašeliny (Holden et al., 2004).

V rašeliništi existují silné vnitřní vazby mezi rostlinami, vodou a rašelinou. Ne všechny tyto složky reagují na změny podmínek stejně rychle. Obecně nejrychleji reagují organismy, pak hydrologické procesy a nakonec rašelina. Složky, nejodolnější vůči změnám, jsou pak pro obnovu nejobtížnější. Čím více je stanoviště degradováno, tím je jeho obnova složitější (Schumann & Joosten, 2006). Odvodnění a těžba rašeliniště vedou k narušení jeho přirozených funkcí, a to zejména akumulace uhlíku, živin a vody. Tyto antropogenní zásahy se negativně promítají i ve struktuře vegetace a celkové biodiverzitě.

V rámci celé Evropy původní rašeliniště zaujímala cca 20 % plochy území. Z této výměry bylo 60 % určitou měrou narušeno a přeměněno lidskou činností, ze dvou třetin pro zemědělskou činnost, dále pro lesnictví a pro těžbu (Vasander et al., 2003). V severní Evropě bylo odvodněno kvůli zemědělství přibližně 2 miliony hektarů a kvůli lesnictví přibližně 7,5 milionu hektarů rašelinišť. Ve Velké Británii bylo odvodněno kvůli zalesnění 15 milionů hektarů (Paavilainen & Paivanen, 1995). K nevratným ztrátám rašelinišť došlo také vlivem výstavby či zaplavením přehradami (Rocheftort, 2000).

K tomu, abychom byli schopni obnovit degradovaná rašeliniště a zachovat to, co zůstalo nedotčené, je nezbytné mít podrobné znalosti o hydrologických, hydrochemických a ekologických procesech a interakcích v daných oblastech (Holden et al., 2004).

### 2.1 Odvodnění a jeho vliv na ekologii rašelinišť

Nejčastějšími způsoby, jakými dochází k úplné nebo částečné destrukci rašelinišť je jejich odvodnění kvůli těžbě rašeliny nebo lesní či zemědělské kultuře (Rocheftort, 2000). Odvodnění se provádí pomocí vykopání sítě drenážních (odvodňovacích) příkopů nebo drenážními trubkami zapuštěnými pod povrch. Tím je narušen hydrologický režim rašelinišť,

což má vliv na hydrologii, vegetaci a půdní procesy (Raeymaekers et al., 2000).

Z dlouhodobého hlediska vede odvodnění k nevratným změnám rašeliny, zvýšené dekompozici, ztrátě retenčních vlastností a v konečném důsledku větší hrozbě záplav (Holden et al., 2004). Během několika let po odvodnění dochází vlivem rozkladu a vysychání ke změně objemové hmotnosti půdy ve svrchní vrstvě, což má za následek fyzikální rozpad a zhutnění suché rašeliny (Holden et al., 2004). Přístupem kyslíku se zrychlí aerobní rozklad, dojde ke zvýšené mineralizaci organické hmoty a k vyplavování živin (Miller et al., 1996). Dalším důsledkem je i značná ztráta uhlíku z povrchové vrstvy odvodněných oblastí díky aerobnímu rozkladu (Kareksela et al., 2015). Rašelinisté se ze zásobárny uhlíku stává jeho zdrojem (Laine & Minkkinen, 1996). V neposlední řadě dochází k vážné degradaci mokřadních půd, kdy vlivem odvodnění dochází ke zvýšenému odnosu sedimentů a erozi podél odvodňovacích kanálů (Holden et al., 2004).

Vlivem dlouhodobého odvodnění dochází ke změnám ve složení vegetace, kdy jsou rašeliníšní druhy vytlačeny suchomilnější lesní či luční vegetací. Často dochází k zarůstání rašeliníšť náletovými dřevinami (bříza, borovice, smrk). V mechovém patru jsou rašeliníčky nahrazeny lesními mechorosty. To vše se odráží i v kvalitě a kvantitě opadu vstupujícího do systému, a tedy i v mikrobiálních procesech probíhajících v půdě (Laiho et al., 2003).

## **2.2 Různé těžební postupy a jejich vliv na ekologii rašeliníšť**

V závislosti na uvažovaném použití rašeliny jsou použity různé metody její těžby, které se liší mírou odstranění různých vrstev rašeliny. Rozsah tohoto odstranění má zásadní význam pro perspektivu obnovy. Mezi základní metody patří:

- ruční těžba (tzv. borkování) - tradiční způsob těžby používaný do poloviny 20. stol., dnes je považován za ekonomicky nevýhodný a pomalý,
- frézování - postupné odebrání tenkých vrstev rašeliny z povrchu odvodněného rašelinového ložiska,
- mokrá těžba – jde o strojní těžbu bez odvodnění ložiska, používá se k těžbě rašeliny pro lázeňské účely.

Obvyklá mocnost rašeliny na dotěžených ložiscích se pohybuje mezi 0,5-1 m. V České republice je zákonem stanovený limit 0,5 m. Pokud byla odtěžena celá vrstva, objeví se minerální podloží, většinou jíly nebo štěrkopíský.

S velkoplošnou, průmyslovou těžbou se na území České republiky začalo kolem druhé poloviny 20. stol., kdy plochy vybrané pro těžbu se odvodnily pomocí kanálů, odlesnily a pak byla odtěžena frézováním vrstva rašeliny, dokud se ložisko nevytěžilo. Do roku 1980 se jen na Borkovických blatech vytěžilo přes 1 700 000 tun rašeliny na více než 400 ha (Okresní úřad Tábor, 1999).

V dnešní době byla většina rašelinišť v České republice vyhlášena státními přírodními rezervacemi. Těžba rašeliny probíhá jen na několika vybraných místech a těží se pouze pro speciální zemědělské účely, zahradnictví a pro lázeňské účely. Těžba se řídí zákonem č. 61/1956 Sb. o těžbě rašeliny, kdy těžební společnosti mají v zákoně danou povinnost následné rekultivace po těžbě. Ve světě se těží asi 850 milionů tun rašeliny ročně, z toho polovina se stále ne hospodárně využívá jako palivo.



*Obrázek č. 1: Těžká mechanizace používaná při těžbě rašeliny (zdroj: K. Schmidtmajerová, 2017)*

### 3 Revitalizace rašelinišť

Revitalizace je aktivní proces, jehož základním obecným cílem je návrat k přirozeně fungujícímu soběstačnému ekosystému (Wheeler & Shaw, 1995), který člověk svojí činností narušil nebo úplně zničil. Úspěšná obnova není definována jen návratem cílových druhů, ale také obnovením funkčního systému schopného akumulace rašeliny (Rochefort, 2000). Takovýto funkční systém zahrnuje (Rochefort, 2000):

- dosažení optimální produktivity,
- navrácení zpět do stádia akumulace rašeliny,
- zajištění přirozeného cyklu živin a vegetační struktury,
- vytvoření mikrohabitátů pro diversifikovanou faunu a flóru,
- zajištění ekosystému před biologickými invazemi.

Tyto aspekty lze ale sledovat jen z dlouhodobého hlediska, je proto vhodné vyhodnotit úspěšnost revitalizace až po několika letech (uchycení rašelinné vegetace, hodnocení hydrologických podmínek).

Pro plánování úspěšné revitalizace je důležité si jasně stanovit cíle obnovy a určit si její priority. Nejprve je nutné posoudit stav rašeliniště a určit (Schumann & Joosten, 2006):

- které části byly degradovány a do jaké míry (stupeň degradace),
- které hodnotné funkce biotopu byly zničeny.

Na základě zjištěných faktů se stanovuje metoda obnovy. Na každé lokalitě jsou jiné podmínky a je potřeba všeobecné principy přizpůsobit místnímu prostředí. Prvním krokem je sběr informací o podmínkách daného místa. Je důležité znát charakteristiku místa před jeho narušením, hydrologické prostředí, topografii, charakteristiku rašeliny, chemické aspekty, existující vegetaci na obnovovaném místě, zdroj rostlinného materiálu z okolní krajiny (Quinty & Rochefort, 2003). Zásadní součástí každého projektu obnovy je definování cílového ekosystému, společenstva či kvality populace, stanovení správných záměrů a monitoring. Obnova specifických funkcí silně závisí na míře degradace (Schumann & Joosten, 2006). V praktických projektech obnovy můžeme využít (Řehounek et al., 2015):

- přirozenou (spontánní) sukcesí – jde o nejjednodušší a nejlevnější metodu, kdy odvodněné nebo borkované plochy jsou ponechány spontánnímu vývoji (kanály se

neudrží, samovolně se zaplňují sedimentem, zarůstají vegetací, ztrácí svou účinnost v odvádění vody (Holden et al., 2004),

- řízenou sukcesí - usměrnit, manipulovat přirozenou sukcesí,
- použití technických postupů – tento způsob je většinou nutný u silně narušených stanovišť, zejména po těžbě, kde je nezbytné použít významnější technické zásahy pro obnovu hydrologického režimu.

Obecně jsou nutné dvě fáze k obnovení rašelinišť. Naprosto klíčovou roli v procesu revitalizace rašeliniště hraje obnova **hydrologického režimu** rašeliniště a pak následuje **rekolonizace rašelinotvornými druhy**. Obnovení vodního režimu je nezbytné pro koloběh živin, obnovení původních procesů a zavedení cílové vegetace. K obnově rašeliniště je potřeba obnovit funkční akrotelm, což znamená dobu několika let až desítek let (Kareksela et al., 2015). Pro vyhodnocení úspěšnosti revitalizace je důležitý monitoring dané lokality, kdy se sledují změny hydrologických podmínek a uchycení rostlin. Již po cca 5 letech lze dosáhnout zapojeného koberce mechorostů (dominantní *Sphagnum*) a stabilizování hladiny vody v blízkosti povrchu (Quinty & Rochefort, 2003).

### 3.1 Revitalizace rašelinišť po ukončení těžby

K přirozené spontánní obnově rašelinišť poznamenaných těžbou dochází jen velmi pomalu a tato obnova není většinou dostatečná k obnovení ekologických funkcí (Lavoie et al., 2003). Důvodem je kompletní odstranění vegetace a svrchní vrstvy rašeliny a zachování pouze hlubších, starých, silně rozložených vrstev rašeliny, které neobsahují diaspory (Salonen, 1987; Lamers et al., 2002). Holá, obnažená rašelina po odtěžení je poměrně nehostinný substrát, s nízkou dostupností živin, kyselým pH a na jejím povrchu dochází k extrémním výkyvům teplot (Tuittila et al., 2000). Pro klíčení a růst většiny rostlin jsou tyto podmínky velmi nepříznivé. Regenerace rašeliništní vegetace spontánní sukcesí je mnohem více běžná u borkovaných ploch než u strojově těžených, což je zapříčiněno především masivním odvodněním na lokalitách se strojovou těžbou (Lavoie et al., 2003).

### 3.1.1 Techniky používané k obnově odtěžených rašelinišť

#### Zablokování odvodňovacích příkopů

Hlavním cílem revitalizace je celkové zvýšení hladiny podzemní vody v dané lokalitě, snížení amplitudy jejího kolísání a zpomalení odtoku vody z lokality. Toho lze dosáhnout zahrazením odvodňovacích příkopů (Price et al., 2003). Způsobů, jak dosáhnout nefunkčnosti odvodňovacího systému je více a záleží na reliéfu lokality. Pokud se lokalita nachází na rovině, zablokování odvodňovacích kanálů se provádí zahrnutím rašelinou a zablokováním propustků ústících do sběrných kanálů. U lokalit nacházejících se ve svahu se používá blokování odvodňovacích kanálů pomocí hrází. Pro stanovení počtu hrází je důležitá cílová hladina podzemní vody, která bude rozdílná pro centrální části vrchoviště nebo slatiniště a pro jeho okrajové části s ohledem pro jednotlivé typy biotopů a vegetace. S ohledem na sklonitost terénu jsou místa geodeticky zaměřena a je proveden výpočet tak, aby se zahrazením dosáhlo cílené hladiny vody (Bufková et al., 2010). Důležitý je i výběr vhodného typu hráze. Hráze musí být nepropustné, musí dostatečně přesahovat do dna rýhy a do břehových partií. Jsou preferovány přírodní materiály (dřevo), i když jsou využívány i inertní plastové materiály (Brooks & Stoneman, 1997). Pro nepropustnost se mezi vrstvy prken vkládá geotextilie z inertního rozložitelného materiálu. Všechny typy hrází musí mít přepad (Bufková et al., 2010).

#### Změny v povrchové morfologii

Zarovnaný povrch po těžbě je vhodné zpestřit vytvářením mělkých depresí (LaRose et al., 1997) či vytvářením mělkých retenčních nádrží do 20 cm hloubky, za účelem usnadnění šíření mokřadní vegetace (Price et al., 2002). Povrch s různými mikrohabitaty usnadní šíření různých druhů rostlin.

#### Využití valů, hrazení a terasování

K zadržení povrchové vody, srážek a vody z jarního tání sněhu je vhodné použít valů, hrazení či terasování, aby nedocházelo k erozi povrchu (Price et al., 2002). Běžně používaným a účinným **protierozním** zásahem jsou kmeny stromů, položené na povrch rašeliny a zajištěné kolíky, napříč místy, kterými při srážkových extrémech proudí voda. V okolí těchto zábran je již po několika vegetačních obdobích patrná kolonizace cévnatými rostlinami (Horn, 2009).

## **Reintrodukce rostlin**

Protože na vytěžených lokalitách chybí semenná banka, jedinou možnou alternativou k obnovení rašeliništní vegetace během krátké doby je umělá reintrodukce fragmentů stélek a semen původních druhů rostlin z lokalit s podobným druhovým složením (Rochefort & Lode, 2006). Zdrojem pro obnovu původních druhů mohou být zbytková rašeliniště v blízkosti nebo vrstva akrotelmu z nových těžebných lokalit (Rochefort & Lode, 2006). Reintrodukce se může provádět mechanicky za užití strojů (např. rozmetadlo hnojiv) nebo ručním zaváděním rostlin a rozhazem fragmentů stélek. Ideální velikost fragmentu stélek rašeliničku je mezi 1-3 cm. Bylo prokázáno, že i fragmenty rašeliničku o velikosti 0,5 cm mají stále růstový potenciál (Quinty & Rochefort, 2003).

## **Použití mulče**

Pro zvýšení relativní vlhkosti na povrchu rašeliny a snížení ztrát odpařováním je nutné v co nejkratší době po reintrodukci fragmentů stélek a semen původních druhů rostlin aplikovat mulč na povrch rašeliny (Price et al., 2002). Vrstva mulče by měla být taková, aby mohlo k povrchu půdy částečně procházet světlo, ale současně by měla být i dostatečně silná k vytvoření vzduchové izolační vrstvy. Mulč poskytuje ochranu proti nepříznivým mikroklimatickým podmínkám a zároveň může být zdrojem semen, pokud je použitý materiál z lokalit s cílovým druhovým složením. Slouží i jako zdroj snadno dostupných živin pro klíčící a nově rostoucí rostliny a tím usnadňuje kolonizaci holé a na živiny velmi chudé rašeliny. Proto jsou plochy pokryté mulčem rychleji kolonizovány vyššími rostlinami i rašeliničkem (Rochefort et al., 2003). Doporučená hustota pokryvu je 1500-3000 kg/ha (Rochefort 2000; Quinty & Rochefort, 2003). Aplikace mulče může být opět mechanická nebo ruční.

## **3.2 Porovnání způsobů revitalizace k obnovení funkcí rašelinišť**

Z prostudování dostupných podkladů vyplývá rozsáhlá škála možností způsobů revitalizace rašelinišť, které jsou ale závislé na mnoha faktorech. Výsledky meta-analýzy z více než 600 mokřadů po celém světě vedly k závěru, že velké mokřady nad 100 ha a mokřady revitalizované v teplých (mírných a tropických) klimatech se obnovily rychleji než malé mokřady v chladných oblastech (Moreno-Mateos et al., 2012). Rychleji se také obnovily mokřady, které byly lépe napojeny na okolní vodní ekosystémy (v okolí řek) než mokřady izolované.



Nejjednodušší a nejlevnější, ale také nejdéle trvající, je přírodě blízká obnova narušených rašelinných lokalit pomocí **spontánní sukcese**, kdy dochází k samovolnému zarůstání lokality bez zásahu člověka. Ze studií provedených v Evropě, Severní Americe (Lavoie et al., 2003) i v České republice (Konvalinková, 2010; Řehounek et al., 2015) vyplývá, že samovolná obnova je možná spíše u borkovaných ploch než u strojově těžných. Tento fakt je zapříčiněn především masivním odvodněním na lokalitách se strojovou těžbou (Lavoie et al., 2003). Spontánní obnova na frézovaných rašeliništích bez zásahu do hydrologického systému je prakticky nemožná. Průmyslově těžená rašeliniště se nikdy samovolně nevrátí k původnímu biotopu a často dochází ke vzniku sekundárního lesa.

Na většině lokalit po těžbě se proto k obnově rašelinné či mokřadní vegetace využívá **řízené sukcese**, kdy minimálním zásahem by mělo být zvýšení hladiny podzemní vody co nejblíže k povrchu. Předmětem mnoha výzkumů je vliv revitalizace rašelinišť především na hydrologii a další funkce těchto specifických biotopů. Studie z Kanady (Ketcheson & Price, 2011) uvádí, že blokace primární drenážní sítě pomocí série hrází měla za následek snížení odtoku dešťové vody z rašeliniště. V průměru se zvýšila hladina vody o 32 cm, bylo zabráněno přílišnému vysychání nenasycené zóny, zvýšila se hydraulická konduktivita a tím se zlepšily podmínky pro rekolonizaci rašeliníků (Campeau et al., 2004). Pokusy v Kanadě zkoumaly účinnost použití **mělkých retenčních jezírek** pro zvýšení úspěšnosti revitalizace. Experimenty prokázaly, že mělká jezírka ve srovnání s plochami bez jezírek, bez ohledu na jejich šíři, byla účinná pro kolonizaci rašeliníku. Také se však ukázalo, že pokud není proveden předchozí průzkum mocnosti rašeliny a vodního režimu, budování depresí může vést i k vysušování okolí (Konvalinková, 2010).

Některé rostliny mají schopnost kolonizovat suché vrstvy rašeliny, stabilizovat půdní povrch a usnadňují zavedení jiných rostlinných druhů. Na holé rašelině se například často vyskytuje ploník tuhý (*Polytrichum strictum*). Jeho výskyt umožňuje snadnější návrat druhů rašeliníků, protože porosty ploníku jsou schopné udržet fragmenty rašeliníku více vlhké. Může být i vhodnou živnou rostlinou pro cévnaté rostliny, které jsou mnohem životaschopnější, pokud byly reintrodukovány do porostu ploníku. Jeho použití se doporučuje tam, kde jsou lokality s drsnými mikroklimatickými podmínkami, náchylné k mrazům (Groeneveld et al., 2007).

Kolonizaci obnažené plochy urychlí i řízené výsadby mokřadních druhů. Při revitalizaci lokality Soumarský most byly provedeny pokusy s reintrodukcí ostřice zobánkaté (*Carex rostrata*) a suchopýru úzkolistého (*Eriophorum angustifolium*). Výsadba ostřic byla doplněna

o rozhazování stélek rašeliníků. Po 7 letech od počátku revitalizace vegetace pokrývala přibližně 50 % plochy revitalizované části rašeliniště, obnažená plocha tvořila 40 % a zbytek byla vodní plocha. Největší schopnost kolonizovat obnaženou plochu měl suchopýr pochvatý (*Eriophorum vaginatum*) (Horn, 2009). Suchopýr pochvatý má obdobnou funkci jako ploník tuhý. Je schopen klíčit na povrchu holé rašeliny díky hluboce zakořeněným kořenům. Kvůli rychlém cyklu živin suchopýr mění obsah živin v povrchové vrstvě rašelin. Pod jeho trsy ve svém okolí vytváří vlhčí mikroklima, které je důležitým faktorem rekolonizace žádoucích druhů rostlin (Tuittila et al., 2000).

Reintrodukce je většinou spojena s **mulčováním**. Při doporučeném množství mulče (1500-3000 kg/ha) bude mulč kladně upravovat mikroklimatické podmínky a zvyšovat vlhkost povrchu půdy až o 15 %, minimalizovat teplotní rozdíly, udržovat hladinu spodní vody blíže k povrchu, snižovat odpar a napomáhat uchycení vegetace rašeliníku (Price, 1997). Byly testovány různé druhy mulče, ale z hlediska ekonomiky a efektivity se ukázala jako nejvhodnější materiál sláma (Price et al., 1998). Slámu není potřeba odstraňovat a její pomalý rozklad dodává do systému živiny a minerály (Sliva & Pfadenhauer, 1999).

Užití mulčování se také liší v různých oblastech. V Kanadě se reintrodukuje rašeliník tak, že fragmenty stélek jsou rozprostřeny po substrátu a následně zakryty vrstvou mulče o tloušťce 1-2 cm (Rocheffort et al., 2003). V Německu je používána metoda tzv. *Bunkerde*, což je mulčování pomocí vrstvy acrotelmu odstraněné z nepoškozeného rašeliniště (Eggelsmann, 1987). Avšak při extrémní nedostupnosti vody nezajistí efektivní reintrodukci ani metoda pokrývání povrchu mulčem.

I po úspěšné obnově rašeliništní vegetace se však složení rostlinného společenstva liší od původního ekosystému a i množství uhlíku uloženého v regenerovaných vrstvách nedosahuje původních hodnot nenarušených lokalit (Kareksela et al., 2015). Při výzkumu rašelinných oblastí ve Finsku bylo sledováno 38 nenarušených, odvodněných a i obnovených rašelinišť. Bylo zjištěno, že odvodnění má za následek značnou ztrátu uhlíku z povrchové vrstvy odvodněných oblastí. Obnova byla úspěšná v znovuzískání přirozené míry růstu v povrchové vrstvě rašeliny již během 5 let. Regenerovaná povrchová vrstva akumulovala uhlík v průměru rychlostí 116,3 g·m<sup>-2</sup> za rok, přičemž pro nenarušená rašeliniště dosahuje rychlost akumulace 178,2 g·m<sup>-2</sup> za rok. V severním Finsku byly také prováděny pokusy pro obnovu funkce akumulace CO<sub>2</sub> pomocí zvýšení vodní hladiny, vysázením cévnatých rostlin a mechů rodu *Sphagnum*, které by měly urychlit proces obnovy. Provedená studie ukázala, že pro akumulaci CO<sub>2</sub> byla smíšená kultura *Carex* a *Sphagnum* efektivnější než stanoviště pouze

s jedním z těchto druhů (Kivimäki et al., 2008).

Kromě reintrodukce se pro snazší obnovu vegetace používají i další aktivní zásahy, které vedou k potlačování výskytu nežádoucích druhů. Jedná se například o odstraňování dřevin nebo různých invazivních druhů rostlin.

U některých těžných rašelinišť může být typem zásahu **technická rekultivace**, jejímž cílem není obnova rašeliništního ekosystému. Způsob rekultivace závisí i na požadavku vlastníka těžené plochy. Velké plochy zatížené těžbou v České republice jsou ve vlastnictví Lesů ČR s.p., kdy je vyžadována **lesnická rekultivace**. Tento typ rekultivace sice vede k vytváření nové ekologické stability půdy a krajiny, ale z pohledu ochrany přírody to nelze považovat za pozitivní přínos, neboť nevede k obnově původního mokřadního ekosystému. Často jediným přínosem lesnické rekultivace je zpevnění půdy. Z ekologického hlediska by se měly vysazovat různé druhy stanovištně a geograficky původních dřevin, ale v praxi bývá výsledkem většinou vznik monokulturních lesů. V České republice se nejčastěji na takovýchto stanovištích vysazuje borovice lesní (*Pinus sylvestris*) (Konvalinková, 2010). U lesní rekultivace díky evapotranspiraci stromů dochází k dalšímu vysušování rašeliny a její mineralizaci.

Také pokud jsou vlastníky předmětných ploch zemědělské subjekty, je pravděpodobné, že odvodnění zůstane zachováno a je provedena **rekultivace pro zemědělské využití**. Po těchto rekultivacích je biodiverzita vzniklých ploch velmi malá.

Někdy je použita i **hydrická rekultivace**, kdy je povrch vytěženého rašeliniště zaplaven vodou, pokud to umožňuje reliéf terénu a v blízkosti je zdroj vody. Pokud jsou pro to podmínky, je tato varianta i nejlevnější. V tomto případě, pokud vzniklé jezero není příliš hluboké a není osazeno rybami, je možný vývoj mokřadu alespoň na jeho okrajích a následně v dlouhodobém časovém horizontu může dojít i k obnově rašelino tvorného procesu díky postupné terestrializaci vodního tělesa (Konvalinková, 2010).

## 4 Závěr

Revitalizace narušených rašelinišť je dnes předmětem výzkumu po celém světě. Z dostupné literatury lze obecně říci, že revitalizační postupy jsou úspěšné. Rychlost obnovy záleží na mnoha faktorech, ať už jsou to klimatické podmínky, nadmořská výška, velikost narušené lokality či probíhající biochemické procesy. U rašelinišť narušených těžbou je patrná potřeba použití technických revitalizačních postupů k navrácení ekosystému do blízké podoby stavu původnímu. Rašeliništní ekosystémy jsou po těžbě naprosto zničeny a jejich samovolná obnova není možná. Prokázalo se, že použitím blokace odvodňovacích kanálů, reintrodukce rostlin, mulče a mělkých depresí je možné podpořit vytvoření souvislého vegetačního krytu, který se v průběhu 10-20 let svou druhovou skladbou blíží k původnímu ekosystému. Díky těmto revitalizačním zásahům je možné na zcela těžbou degradovaném rašeliništi znovu obnovit akumulaci rašeliny a tím i již dříve zmíněné funkce rašeliniště. Jelikož revitalizace rašelinišť je záležitost poměrně dlouhodobého časového horizontu, monitoring revitalizovaných ploch by měl být nedílnou součástí každého revitalizačního projektu. Právě díky sledování změn a vývoje revitalizovaného ekosystému můžeme lépe porozumět probíhajícím procesům po revitalizaci a tím i dále vyvíjet revitalizační postupy.

## **5 Projekt - revitalizace odtěženého rašeliniště Hrdlořezy**

### **5.1 Cíl projektu**

Cílem tohoto projektu je na základě prostudovaných informací navrhnout revitalizaci rašeliniště Hrdlořezy po ukončení průmyslové těžby. Revitalizace by měla vést k obnově původního stavu rašeliniště s charakteristickým rostlinným společenstvem.

Dalším, spíše společensko-naučným cílem je vytvoření naučné stezky, která by navazovala na značenou turistickou cestu.

### **5.2 Hypotéza**

Zvýšení hladiny podzemní vody na úroveň typickou pro místní typ rašelinišť a následná řízená sukcese by měly vést k obnově původního rašeliništního ekosystému s charakteristickou vegetací.

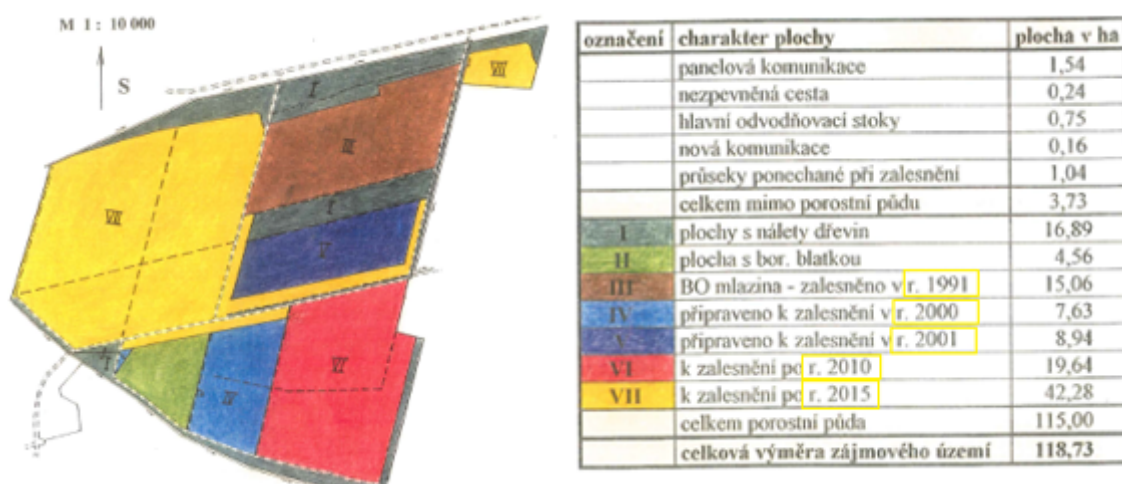
### **5.3 Návrh projektu**

#### **5.3.1 Charakteristika lokality**

Rašeliniště Hrdlořezy se nachází na hranici dvou katastrálních území, Byňov a Hrdlořezy, v předhůří Novohradských hor. Lokalita leží v lesní oblasti na území CHKO Třeboňsko ve III. zóně, s předpokladem zařazení celého území do II. zóny po ukončení rekultivace. Nachází se v nadmořské výšce cca 465 m.n.m. Terénně lze celou oblast považovat skoro za úplnou rovinu.

Před začátkem těžby byla celá lokalita zalesněná. Převažoval lesní typ rašelinný bor borůvkový na přechodových rašelinách s několikametrovou vrstvou rašeliny a produkčním porostem borovice lesní. Vrstva rašeliny dosahovala až 3 m a hladina spodní vody se pohybovala mezi 20-30 cm pod povrchem (Červenková & Červenka, 2000). Vlastníkem celé lokality jsou Lesy ČR, lesní správa Nové Hradky. Celková plocha těžebny je cca 120 ha. Těžba začala v roce 1979 a byla rozdělena do několika časových etap. Odvodňovací systém byl vybaven opatřením ke stabilizaci hladiny spodní vody tak, aby nedošlo k podstatnému snížení hladiny spodní vody v přilehlých porostech (Rašelina Soběslav a.s., 1974). Do dnešního dne těžba ještě není zcela ukončena. Těžba ještě stále probíhá v části, kterou jsem si vybrala pro návrh projektu. Dnešní těžební plocha je cca 6 ha a předpokládá se, že těžba by měla skončit do roku 2020. Těžba zde probíhá frézováním. V rozhodnutí o povolení k těžbě rašeliny byla podmínka ponechání rekultivační vrstvy rašeliny 60 cm nad minerálním podložím.

Celá lokalita, která byla určena k těžbě je rozdělena na několik částí viz obrázek č.2.



Obrázek č.2: Označení jednotlivých částí těžebny a roky ukončení těžby (zdroj: Rašelina Soběslav a.s., 1974)

V průběhu těžby došlo k časovému posunu harmonogramu těžebních prací oproti plánu na obrázku č.2 a v současné době probíhají ještě těžební práce na severní polovině části VII. Po odtěžení přístupných zásob rašeliny v jednotlivých částech došlo k následné rekultivaci (III, IV, V, VI a část VII). Podle zákona č. 61/1956 Sb. o těžbě rašeliny je povinností provozovatele těžby vytěžené pozemky rekultivačně upravit a předat zpět původnímu vlastníkovu ve stavu, aby mohl pokračovat v původním způsobu hospodaření. Samotná rekultivační úprava je nastavena v plánu těžby a je podkladem pro povolení těžby. Stávající legislativní předpisy dovolují odtěžení pouze do takové hloubky, ne více jak 40 cm od minerálního podloží (oproti 60 cm, jak uvádělo původní rozhodnutí o povolení těžby), aby zůstatek neporušené rašeliny byl základem pro další možné hospodářské využití nebo revitalizaci původního rašeliniště. Zde to v mnoha místech nebylo dodrženo.

Větší část rekultivace byla přizpůsobena požadavkům lesního hospodáře. Rekultivace odtěženého prostoru spočívala v (Rašelina Soběslav a.s., 1974):

- úpravě vodního režimu – vyčištění odvodňovacích kanálů,
- urovnávce terénu,
- zpřístupnění oblasti.

V jižní části došlo k dohodě mezi CHKO Třeboňsko a Lesy ČR o revitalizaci na ploše cca 4,56 ha s cílem dosáhnout původního stavu, tedy rašeliniště. Tyto práce byly provedené CHKO Třeboňsko.

V roce 2000 byla k plánu rekultivace těžebny vypracována biologická část, kde hlavními požadavky CHKO Třeboňsko byly:

- zastoupení sukcesních ploch a ploch zalesněných listnatými dřevinami (případně borovicí blatkou) musí tvořit 30 % z celkové plochy těžebny,
- zaslepit odvodnění, vytvořit jezírka a vysadit borovice blatky,
- ponechat plochu jako studijní sukcesní plochu,
- neprohlubovat stávající odvodňovací stoky nebo nevytvářet stoky nové,
- podpořit druhovou rozmanitost uvnitř plochy – v jehličnatých částech ponechat vtroušené listnaté stromy včetně břízy, v částech s převahou břízy naopak podporovat příměs borovice a smrku.

### 5.3.2 Terénní průzkum současného stavu všech částí lokality

První část vytěženého prostoru byla zrekultivována zalesněním v roce 1990 a předána zpět k užívání vlastníku pozemku Lesy ČR. Zde je dnes již kompaktní porost s převahou borovice lesní, břízy bradavičnaté, příměsí smrku ztepilého a topolu osika. Další části byly předány k zalesnění v letech 1999, 2000. Byla provedena výsadba borovice lesní a na části borovice blatky.

Sukcesní plochy se nachází především v okrajových částech těžebny, často na skládkách vyhrnutých pařezů a podél odvodňovacích stok. Ve střední části poblíž borové mlaziny se nachází pás náletové zeleně s převahou břízy bradavičnaté, s příměsí borovice lesní, topolu osiky a keřových vrb.



Obrázek č.3: Ukázka sukcesních ploch (zdroj: K. Schmidtmajerová, 2017)

V části, která byla revitalizována CHKO Třeboňsko, jsou uměle vybudována tři jezírka o průměrné hloubce 0,5 m a je vysazena borovice blatka (400 ks). Výsadba proběhla na podzim roku 1999. Dále jsou zde různé druhy *Sphagnum*, dominantní bylinou je *Juncus*, ojediněle se vyskytuje i rojovník bahenní. Plocha by měla být dále ponechána samovolné sukcesi a měla by sloužit ke studijním účelům. Tak by byla dána možnost sledování alternativy revitalizace těžeben rašeliny ve srovnání s lesnickou rekultivací na ostatní ploše.

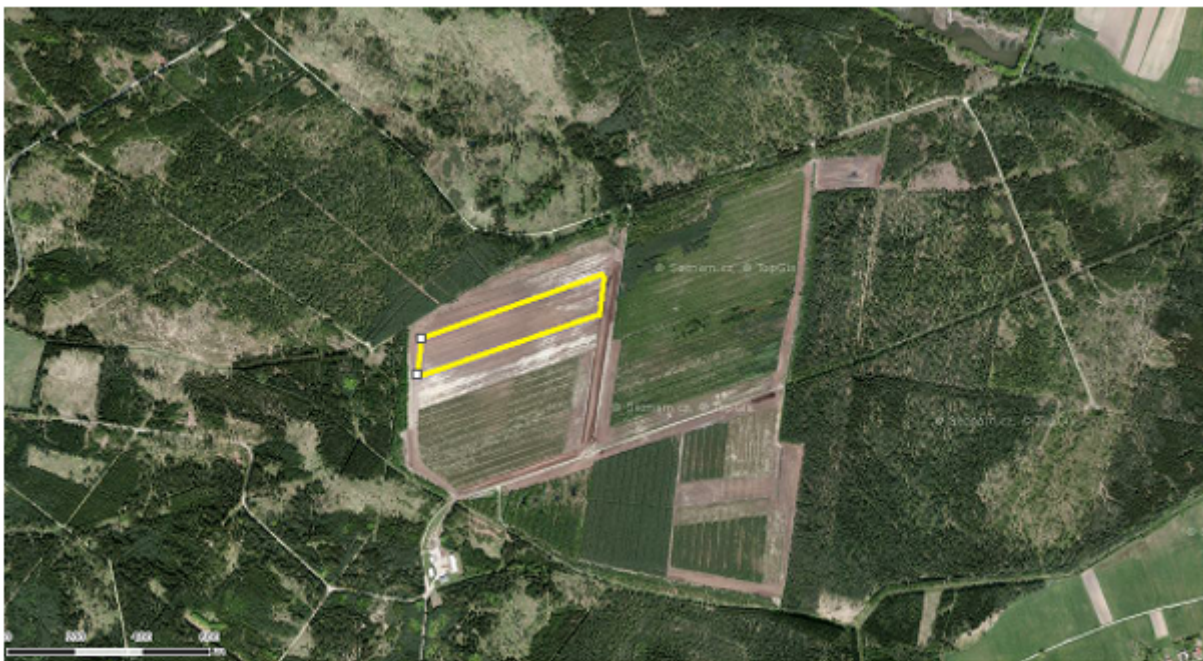


Obrázek č.4: Lokalita revitalizována CHKO Třeboňsko (zdroj: K. Schmidtmajerová, 2017)

### 5.3.3 Návrh projektu revitalizace těžené části

Předmětem návrhu projektu bude žlutě vyznačená část na obrázku č.5, kde v současné době ještě stále probíhá těžba.





Obrázek č.5: Vyznačení vybrané lokality (zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz) ke dni 1.12.2017)

Mnou vybraná lokalita má celkem přibližně 6 ha a je zde 5 odvodňovacích příkopů, které jsou od sebe rozmístěny ve vzdálenosti 25 m (vyznačeno modrou barvou na obrázku č.6). Odvodňovací příkopy jsou široké dva metry, hloubka je přibližně 60 cm a délka se pohybuje kolem 570 m.



Obrázek č.6: Vyznačení odvodňovacích příkopů (zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz) ke dni 1.12.2017)

#### 5.3.4 Plán revitalizace

- Odstranění zbytků odvodňovacích trub a zaslepení propustků v místě ukončení odvodňovacích příkopů,
- zazemnění odvodňovacích příkopů přirozeným materiálem (pařezy, vyfrézovaná okrajová rašelina),
- ponechání depresí a nerovností terénu po těžbě k zadržení vody,
- reintrodukce rostlin z přilehlých lokalit, zejména *Sphagnum* a *Ledum palustre*, výsadba borovice blatky,
- použití mulče z přilehlých rašelinných lokalit s příměsí slámy.

#### 5.3.5 Práce před revitalizací

Byla provedena rekognoskace terénu. Předmětná plocha je ze západní a východní strany ohraničena manipulační plochou, ze severní strany je ohraničena odvodňovacím kanálem, plochou s náletovými dřevinami (převážně bříza bradavičnatá) a pásem čerstvé výsadby borovice lesní. Z jižní strany je pás v letošním roce nově osázený borovicí lesní s příměsí topolu osiky. Pás hraničí se starší částí těžebny odvodňovacím příkopem.

Před zahájením revitalizace bude na několika místech změřena hladina podzemní vody.

#### 5.3.6 Technické revitalizační opatření

- Odstranění zbytků odvodňovacích trub a zaslepení propustků v místě ukončení odvodňovacích příkopů. V předmětné lokalitě je 5 otevřených příkopů, na jejich okrajích jsou vyústěny betonové roury, které odvádí vodu z okolních manipulačních ploch. Tyto roury budou zaslepeny betonovým čelem, v některých částech příkopu jsou plastové trubky, které budou odstraněny.
- Odvodňovací příkopy budou zazemněny nahrnutím okrajové rašeliny za použití malého bagru (z důvodu snadné dopravní dostupnosti), k zahrnutí bude případně použit přirozený materiál (vyhrnuté pařezy, vyfrézovaná okrajová rašelina).
- Nerovnosti terénu budou ponechány, případně lehce prohloubeny pro zvýšení heterogenity povrchu.



Obrázek č.7: Aktuální fotografie odvodňovacích příkopů na zájmové lokalitě (zdroj: K. Schmidtmajerová, 2017)

- Po celé ploše bude vysázeno 300 kusů odrostků borovice blatky a po dohodě s CHKO bude přesazeno 40 trsů rojovníku bahenního (*Ledum palustre*) (vyskytuje se jak v ploše revitalizované CHKO, tak ve velké míře na přilehlém Červeném Blatu).
- Bude provedena reintrodukce rostlin z přilehlých lokalit, zejména *Sphagnum*. Po dohodě s CHKO budou vybrána místa, ze kterých bude možno odebrat stélky, které budou roztroušeny po revitalizované ploše.
- Pro zabránění nadbytečné evaporace bude z přilehlých rašelinných lokalit použit mulč s příměsí slámy.
- Bude vyznačena trasa naučné stezky s celkovou délkou přibližně 3 km a nainstalovány dřevěné informační cedule (viz obrázek č.8).
- V některých částech bude vytvořen dřevěný povalový chodníček.



propustků odvodňovacích příkopů, odstranění zbytků trub a zazemnění příkopů. Tuto část vykoná Rašelina Soběslav a.s. v rámci povinné rekultivace po těžbě. Tři terénní pracovníci zajistí výsadbu borovice blatky a rojovníku bahenního v měsících říjen - listopad. Vybudování dřevěných povalových chodníků bude zadáno firmě ve výběrovém řízení a proběhne v rozmezí dvou měsíců - listopad, prosinec. Tři terénní pracovníci v měsících leden – únor vyznačí turistickou trasu a společně s CHKO Třeboňsko připraví texty informačních tabulí. Od března do května bude probíhat sběr rostlinného materiálu určeného k reintrodukcii a mulčování. Obě tyto činnosti budou vykonávány ručně a proto také zaberou nejvíce času. Reintrodukce spojená s mulčováním bude vzhledem k velikosti lokality prováděna po částech. Instalace sond a informačních tabulí je plánována na měsíc červen. Grafické shrnutí časového harmonogramu je v následující tabulce č.1.

*Tabulka č.1: časový harmonogram projektu*

	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI
Příprava projektu	X	X										
Zaslepení propustků odvodňovacích příkopů, případné odstranění zbytků			X	X								
Zazemnění příkopů			X	X								
Výsadba borovice blatky a rojovníku bahenního				X	X							
Reintrodukce rostlin									X	X	X	
Mulčování									X	X	X	
Vybudování dřevěných chodníků					X	X						
Příprava textu informačních tabulí, vyznačení turistické trasy v terénu							X	X				
Instalace informačních cedulí												X
Instalace sond na měření hladiny vody												X

V rámci projektu nebude pořizován žádný dlouhodobý nehmotný majetek. Technickou část revitalizace, která zahrnuje odstranění zbytků odvodňovacích trub, zaslepení propustků

a zahrnutí odvodňovacích kanálů bude realizovat a financovat těžební firma Rašelina Soběslav a.s. Drobný dlouhodobý majetek zahrnuje pořízení 4 sond na měření hladiny vody v celkové hodnotě 400 Kč, dále vybavení k přenosu rostlinného materiálu k reintrodukci a mulčování (igelitové tašky, pytle, přepravky), 3 rýče a 3 lopaty v celkové hodnotě 1 000 Kč. Materiál zahrnuje 5 balíků slámy v celkové hodnotě 1 750 Kč (1 ks = 350 Kč) a zakoupení jednoho balení ochranného nátěru proti okusu v hodnotě 150 Kč. Doplnkové režijní náklady tvoří cca 15 % z celkových nákladů projektu. Ve službách jsou zahrnuty jednak náklady na realizaci povalových chodníků v přibližné délce 500 m a v celkové hodnotě 1 000 000 Kč (1 m<sup>2</sup> = 2 000 Kč) a realizaci čtyř dřevěných informačních tabulí o velikosti 150 x 100 cm v hodnotě 18 000 Kč (1 kus = 4 500 Kč). Na těchto dvou položkách se budou z jedné poloviny podílet Lesy České republiky, a proto jejich cena v projektu bude 509 000 Kč. Cestovní náklady v celkové hodnotě 17 000 Kč zahrnují cesty terénních pracovníků a koordinátora projektu a dopravu balíků slámy. Ve mzdách jsou zahrnuty mzdy tří terénních pracovníků (25 % úvazek, hrubá mzda cca 25 000 Kč). Dále tato položka obsahuje mzdu koordinátora projektu (20 % úvazek, hrubá mzda cca 35 000 Kč). Povinné zákonné odvody tvoří 34 % z hrubých mezd. Celková částka projektu činí 970 500 Kč, tedy 161 750 Kč na 1 ha.

*Tabulka č.2: Finanční náklady*

<b>Věcné náklady</b>	<b>Požadováno (v Kč)</b>
Drobný dlouhodobý hmotný majetek (předměty, přístroje a zařízení do 40 tis. Kč)	1 400
Drobný dlouhodobý nehmotný majetek (např. software do 60 tis. Kč)	0
Materiál	1 900
Doplnkové (režijní) náklady	126 600
Služby, stavební práce	509 000
Cestovní náklady	18 000
<b>Mzdové náklady</b>	
Mzdy	234 000
Povinné zákonné odvody	79 600
<b>Ostatní osobní náklady – OON</b>	0
<b>Celkové náklady projektu</b>	<b>970 500</b>

## 5.4 Očekávané výstupy projektu

Při udržení hladiny spodní vody blízko povrchu je předpoklad, že v průběhu 10-20 let se zde vytvoří společenstva blízka přirozeným rašeliništním společenstvům, zastoupená suchopýrem, ostřicí, rašeliníkem, mechorosty a roztroušeně náletovými dřevinami.

Vysvětlení procesu revitalizace rašelinišť širší veřejnosti pomocí naučné stezky napomůže zvýšit povědomí návštěvníků o významu rašelinišť v krajině a jejich možnostech obnovy. Dlouhodobý monitoring byl měl přispět k rozšíření poznatků o revitalizaci rašelinišť a vývoje ekosystému po použití konkrétních revitalizačních zásahů. Zkušenosti získané při revitalizaci na této lokalitě mohou posloužit při realizaci podobných projektů a optimalizaci revitalizačních postupů.

## Použitá literatura

BRAGG, O.M. Hydrology of peat-forming wetlands in Scotland. *The Science of the Total Environment* č.294. 2002, s.111-129. ISSN 0048-9697.

BROOKS, S., R. STONEMAN. *Conserving Bogs: The Management Handbook*. (Lanham): Bernan Assoc, 1997. ISBN 978-0114958367.

BUFKOVÁ I., F. STÍBAL, E. MIKULÁŠKOVÁ. Restoration of drained mires in the Šumava National Park, Czech Republic. *Restoration of Lakes, Streams, Floodplains, and Bogs in Europe. Wetlands: Ecology, Conservation and Management*. 2010, s.331–354. ISSN 1875-1261.

CAMPEAU, S., L. ROCHEFORT, J.S. PRICE. On the use of shallow basins to restore cutover peatlands: plant establishment. *Restoration Ecology* č.12. 2004, s.471-482. ISSN 1526-100X.

CLYMO, R.S. The limits to peat bog growth. *Philosophical transactions of the Royal Society of London B: Biological sciences* č.303. 1984, s.605-654. ISSN 0080–4622.

ČERVENKOVÁ, J., J. ČERVENKA. Plán rekultivace těžebny rašeliny Hranice u Nových Hradů - Hrdlořezy, biologická část. *Lesní projekty České Budějovice*. 2000.

DOHNAL, Z., M. KUNST, V. MEJTRÍK, Š. RAUČINA, V. VYDRA. *Československá rašeliniště a slatiniště*. Praha: Nakladatelství ČSAV, 1965. ISBN 21-081-65.

EGGELSMANN, R. Ökotechnische Aspekte der Hochmoor-Regeneration. *Telma* č.17. 1987, s.59-94. ISSN 0340-4927.

GROENEVELD, E.V., A. MASSE, L. ROCHEFORT. Polytrichum strictum as a nurse-plant in peatland restoration. *Restoration Ecology* č.15. 2007, s.709-719. ISSN 1526-100X.



HAYWARD, P.M., R.S. CLYMO. Profiles of water content and pore size in Sphagnum and peat, and their relation to peat bog ecology. *Proceedings of the Royal Society B: Biological sciences* č.215. 1982, s.299-325. ISSN 1471-2954.

HOLDEN, J., P.J. CHAPMAN, J.C. LABADZ. Artificial drainage of peatlands: hydrological and hydrochemical process and wetland restoration. *Progress in Physical Geography* č.28. 2004, s.95-123. ISSN 0309-1333.

HORN, P. *Ekologie rašelinišť na Šumavě*. České Budějovice, 2009. Disertační práce. Faculty of Science, University of South Bohemia. Vedoucí disertační práce doc. RNDr. Petr Šmilauer Ph.D..

JOOSTEN, H., D. CLARKE. *Wise use of mires and peatlands - background and principles*. Saarijärvi: International Mire Conservation Group and International Peat Society, 2002. ISBN 951-97744-8-3.

JÓŽA, M., P. VONIČKA. *Jizerskohorská rašeliniště*. Liberec: Jizersko-ještědský horský spolek, 2004. ISBN 80-903252-3-8.

KAREKSELA, Z., T. HAAPALEHTO, R. JUUTINEN, R. MATILAINEN, T. TAHVANAINEN, J.S. KOTIAHO. Fighting carbon loss of degraded peatlands by jump-starting ecosystem functioning with ecological restoration. *Science of The Total Environment* č.537. 2015, s.268-276. ISSN 1879-1026.

KETCHESON, S.J., J.S. PRICE. The impact of peatland restoration on the site hydrology of an abandoned block-cut bog. *Wetlands* č.31. 2011, s.1263-1274. ISSN 1943-6246.

KIVIMÄKI, S.K., M. YLI-PETÄYS, E.S. TUITTILA. Carbon sink function of sedge and Sphagnum patches in a restored cut-away peatland: increased functional diversity leads to higher production. *Journal of Applied Ecology* č.45. 2008, s.921-929. ISSN 1365-2664.

KONVALINKOVÁ, P. *Spontaneous vegetation succession in mined peatlands*. České Budějovice, 2010. Disertační práce. Faculty of Science, University of South Bohemia. Vedoucí disertační práce Prof. RNDr. Karel Prach, CSc.

LAROSE, S., J. PRICE, L. ROCHEFORT. Rewetting of a cutover peatland: Hydrologic assessment. *Wetlands* č.17. 1997, s.416-423. ISSN 1943-6246.

LAIHO, R., H. VASANDER, T. PENTTILÄ, J. LAINE. Dynamics of plant-mediated organic matter and nutrient cycling following water-level drawdown in boreal peatlands. *Global Biogeochemical Cycles* č.17. 2003. ISSN 1944-9224.

LAINE, J., K. MINKKINEN. Effects of forest drainage on the carbon balance of a mire: A case study. *Scandinavian Journal of Forest Research* č.11. 1996, s.307-312. ISSN 0282-7581.

LAMERS, L., A. SMOLDERS, J. ROELOFS. The restoration of fens in the Netherlands. *Hydrobiologia* č.478. 2002, s.107-130. ISSN 1573-5117.

LAVOIE, C., P. GROSVERNIER, M. GIRARD, K. MARCOUX. Spontaneous revegetation of mined peatlands: An useful restoration tool?. *Wetlands Ecology and Management* č.11. 2003, s.97-107. ISSN 1572-9834.

LELLÁK, J., F. KUBÍČEK. *Hydrobiologie*. Praha: Karolinum, 1992. ISBN 80-7066-530-0.

MILLER, J.D., H.A. ANDERSON, D. RAY, A.R. ANDERSON. Impact of some initial forestry practices on the drainage waters from blanket peatland. *Forestry* č.69. 1996, s.193-203. ISSN 1464-3626.

MONTANARELLA, L., R.J.A. JONES, R. HIEDERER. The distribution of peatland in Europe. *Mires and Peat* č.1. 2006, s.1-10. ISSN 1819-754X.

MORENO-MATEOS, D., M.E. POWER, F.A. COMÍN, R. YOCKTENG. Structural and functional loss in restored wetland ecosystems. *PLOS Biology* č.10. 2012. ISSN 1544-9173.

Okresní úřad Tábor. Borkovická Blata. *Referát životního prostředí*. 1999, s.3-7.

PAAVILAINEN, E., J. PAIVANEN . *Peatland forestry: Ecology and Principles, Ecological studies III*. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1995. ISBN 978-3-540-58252-6.

PFADENAUER J., A. GROOTJANS. Wetland restoration in Central Europe: aims and methods. *Applied Vegetation Science* č.2. 1999, s.95-106. ISSN 1402-2001.

PRICE, J. Soil moisture, water tension and water table relationships in a managed cutover bog. *Journal of Hydrology* č.202. 1997, s.21-32. ISSN 0022-1694.

PRICE, J., L. ROCHEFORT, F. QUINTY. Energy and moisture considerations on cutover peatlands: surface microtopography, mulch cover and Sphagnum regeneration. *Ecological Engineering* č.10. 1998, s.293-312. ISSN 0925-8574.

PRICE, J.S., A.L. HEATHWAITE, A.J. BAIRD. Hydrological processes in abandoned and restored peatlands: An overview of management approaches. *Wetlands Ecology and Management* č.11. 2003, s.65-83. ISSN 1572-9834.

PRICE, J.S., L. ROCHEFORT, S. CAMPEAU. Use of shallow basins to restore cutover peatlands: Hydrology. *Restoration Ecology* č.10. 2002, s.259-266. ISSN 1526-100X.

Rašelina Soběslav a.s. Plán rekultivace těžebny rašeliny Hranice u Nových Hradů - Hrdlořezy. 1974.

QUINTY, F., L. ROCHEFORT. *Peatland Restoration Guide, second edition*. Québec: Canadian Sphagnum Peat Moss Association, 2003. ISBN 0-9733016-0-0.

RAEYMAEKERS, G., K. SUNDSETH, A. GAZENBEEK. *Conserving mires in the European Union*. Office for official publications of the European communities, 2000. ISBN 9282891690.

ŘEHOUNEK, J., K. ŘEHOUNKOVÁ, R. TROPEK, K. PRACH. *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Druhé, přepracované a doplněné vydání.* České Budějovice: Calla, 2015. ISBN 978-80-87267-13-4.

ROCHEFORT, L. Sphagnum – A Keystone Genus in Habitat Restoration. *The Bryologist* č.103. 2000, s.503-508. ISSN 1938-4378.

ROCHEFORT, L., E. LODE. Restoration of degraded boreal peatlands. *Boreal peatland Ecosystems, Ecological Studies* č.188. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2006, s.381-422. ISSN 978-3-540-31913-9.

ROCHEFORT, L., F. QUINTY, S. CAMPEAU, K. JOHNSON, T. MALTERER. North American approach to the restoration of Sphagnum dominated peatlands. *Wetlands Ecology and Management* č.11. 2003, s.3-20. ISSN 1572-9834.

RYDIN, H., J.K. JEGLUM, A. HOOIJER. *The Biology of Peatlands*. Oxford: Oxford University Press, 2006. ISBN 978-0-19-960299-5.

SALONEN, V. Relationship between the seed rain and the establishment of vegetation in two areas abandoned after peat harvesting. *Holarctic ecology* č.10. 1987, s.171-174. ISSN 0105-9327.

SCHUMANN, M., H. JOOSTEN. A global peatland restoration manual. *Institute of Botany and Landscape Ecology, Greifswald University, Germany*. 2006.

SLIVA, J., J. PFADENHAUER. Restoration of cut-over raised bogs in southern Germany – a comparison of methods. *Applied vegetation Science* č.2. 1999, s.137-148. ISSN 1402-2001.

TUITTILA, E.S., H. RITA, H. VASANDER, J. LAINE. Vegetation patterns around *Eriophorum vaginatum* L. tussocks in a cut-away peatland in southern Finland. *Canadian Journal of Botany* č.78. 2000, s.47-58. ISSN 0008-4026.

VASANDER H., E.S. TUITTILA, E. LODE, L. LUNDIN, M. ILOMETS, T. SALLANTAUUS, R. HEIKKILÄ, M.L. PITKÄNEN, J. LAINE. Status and restoration of peatlands in northern Europe. *Wetlands Ecology and Management* č.11. 2003, s.51-63. ISSN 1572-9834.

WHEELER, B.D., S.C. SHAW. *Restoration of damaged peatlands with particular reference to lowland raised bogs affected by peat extraction*. London: Department of the Environment, University of Sheffield, 1995. ISBN 9780117529786.