Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta životního prostředí
Katedra ekologie krajiny

Bakalářská práce

Sekundární sukcese na povodňových murách v CHKO Jizerské hory

Secondary succession on debris avalanches in PLA Jizerské hory (Northern Bohemia)

Vedoucí práce: Mgr. Barbora Tobolová, Ph.D.

Vypracovala: Jitka Krykorková

PRAHA 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci na téma „Sekundární sukcese na povodňových murách v CHKO Jizerské hory“ vypracovala samostatně a použila jsem pramenů jen citovaných, které uvádím v přiložené bibliografii.

V Praze, dne 20. 4. 2012

……

Poděkování

Děkuji Ing. Vladimíru Vršovskému za cenné rady do začátku práce, Mgr. Barboře Tobolové, Ph.D. za vedení práce a Ing. Danielu Zahradníkovi, Ph.D. a Ing. Lukáši Dragounovi za pomoc při sběru a zpracování dat. Dále bych chtěla poděkovat rodině, známým a všem, kteří mě ve studiu podporovali.

Abstrakt:

Práce se zabývá zjišťováním druhového složení a trendů sukcesního vývoje vegetace na murových drahách v Jizerských horách ve druhém roce po jejich vzniku v důsledku disturbance mimořádně intenzivními srážkami. Jak uvádí Poleno & kol., (2007), z důvodu velmi dlouhé životnosti většiny lesních ekosystémů nebylo dosud možné sledovat přímým měřením průběh sukcesních stádií od iniciálního stadia až po stádium konečné. Nejužitečnějším nástrojem, poskytujícím vhled do dynamiky populačních procesů, je však pro studium sukcese podle Lepše & kol., (2000) opakované měření na trvalých plochách, jejichž vytvoření je záměrem této práce. Na založených trvalých výzkumných plochách bylo zjišťováno druhové složení metodou fytocenologických snímků a byla sestavena analýza sukcesních trendů v porovnání s obdobnými studiemi. Na zpracovaných 51 fytocenologických snímcích o celkové ploše 1030 m2 bylo nalezeno celkem 52 druhů rostlin. Mezi nejvýznamnější druhy patří např. *Calamagrostis villosa, Avenella flexuosa, Polytrichastrum formosum.*

Klíčová slova:

Sukcese, mury, CHKO Jizerské hory, fytocenologický snímek

Abstract:

The thesis deals with determining species and trends of plant succession on debris avalanches in PLA Jizerské hory (Northern Bohemia) two years after their formation as a consequence of extraordinarily rainfall. According to Poleno & kol., (2007), there has not been an opportunity to study succession processes directly from initially to climax stadium yet due to very long lifetime of most forest ecosystems. Lepš & kol., (2000) state, that the most effective tool for study succession, providing insight into the dynamics of population processes, is to study succession of repeated measurements on permanent research plots, which creation is the purpose of this thesis. On established permanent research plots, there were used phytocenological releves for detecting plant species. Analysis of succession trends was made and compared with similar studies. On 51 phytocenological releves of total area of 1030 m^2 were found 52 plant species. The most significant species are e.g. *Calamagrostis villosa, Avenella flexuosa, Polytrichastrum formosum.*

Key words:

Succession, debris avalanches, PLA Jizerské hory, phytocenological releve

1 Úvod 7

1.1 Cíl práce 8

2 Literární rešerše 9

2.1 Sukcese 9

2.2 Mury 18

2.3 Pedogeneze a určující faktory 20

3 Charakteristika lokality 24

3.1 Klima 24

3.2 Geologie 25

3.3 Biotop 26

3.4 Mury v Jizerských horách 27

3.5 Půdní charakteristiky 30

3.6 Inhibiční faktory ovlivňující sukcesi na dané lokalitě 34

4 Metodika 37

4.1 Určování, zaměření a zakreslení lokality 37

4.2 Založení trvalých výzkumných ploch (TVP) 37

4.3 Metodika fytocenologického snímku 38

4.4 Určení půdního typu 40

4.5 Určení vegetace 40

4.6 Zpracování dat 40

5 Výsledky 43

6 Diskuze 49

7 Závěr 55

8 Použitá literatura 56

9 Přílohy 61

1 ÚVOD

Co se stane, když vychladne láva, ustoupí ledovec nebo se z vody vynoří nový ostrov? A co se bude dít, když opustíme staré silnice, lomy, výsypky, nebo když pod proudem vody zmizí kus lesa?

Vývoj ekosystémů na zpočátku neúrodných plochách měl vždy pro člověka velký význam. Lovci odkázaní na lov se stěhovali za zvěří do úrodného terénu odhaleného ustupujícími ledovci. S přechodem k zemědělství se společenství stala závislá na pravidelném zásobování živinami přívalovými vodami podél řek pro udržení úrodnosti půdy, a tím i civilizace. Mimo dosah záplavových území farmáři museli ovládat zásady zúrodňování pro produkci plodin na neúrodných místech. Jak se lidé stali sofistikovanějšími, vědomě manipulovali s krajinou k rozšíření nebo zlepšení polí mýcením lesů, odvodňováním mokřadů nebo vypalováním pastvin. Tyto aktivity předpokládají intuitivní povědomí o invazi, regeneraci, koloběhu živin a sukcesi (Walker & del Moral, 2003).

V současné době se u nás mnoho prací věnuje studiu spontánní sukcese či rekultivace na stanovištích antropogenních - opuštěných lomech a výsypkách. Vzhledem k tomu, že u nás nenarazíme na čerstvé plochy po ústupu ledovce, lávová pole ani nové ostrovy, nemáme příležitost pozorovat ranou sukcesi na jiných, přirozených stanovištích. Tato práce se zaměřuje na studium spontánní sukcese na přirozených plochách vzniklých sesuvem půdy, i když o částečném antropogenním vlivu by se v tomto případě také dalo diskutovat.

Zkoumat sukcesi je však těžké. Všechny naše dosavadní znalosti o sukcesi jsou odvozeny z více nebo méně krátkodobých šetření, která jsou poskládána do časových řad. Je nutno přitom počítat s rozdíly ve výchozích podmínkách i ve všeobecných ekologických poměrech, a to i uvnitř stejných nebo podobných lesních typů. Z těchto nedostatků vyplývá značná část rozporů ve výsledcích šetření a jejich interpretaci (Poleno & kol., 2007).

Dalším z hlavních problémů je, že k sukcesi obvykle dochází v průběhu desetiletí, ve vysoce nepříznivých prostředích dokonce v průběhu staletí. Vysokoškolská studia ale netrvají sto let, ani granty na výzkum. Skutečným řešením je tedy začít se zaváděním trvalých výzkumných ploch (Wilson & kol., 2004).

1.1 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je s využitím fytocenologických snímků popsat sukcesní vývoj, druhové složení a analyzovat trendy v postupu vegetačního pokryvu na dvou murových drahách vzniklých za mimořádně intenzivních srážek při letní povodni na příkrých svazích Smědavské hory v Jizerských horách pomocí terénního šetření a dostupné literatury. Dále popsat základní údaje o půdě a její tvorbě na obnažených plochách a identifikovat inhibiční faktory ovlivňující dané území. Záměrem je vytvoření trvalých výzkumných ploch pro možnost sběru dat v dalších letech s využitím v diplomové či jiné výzkumné práci.

2 LITERÁRNÍ REŠERŠE

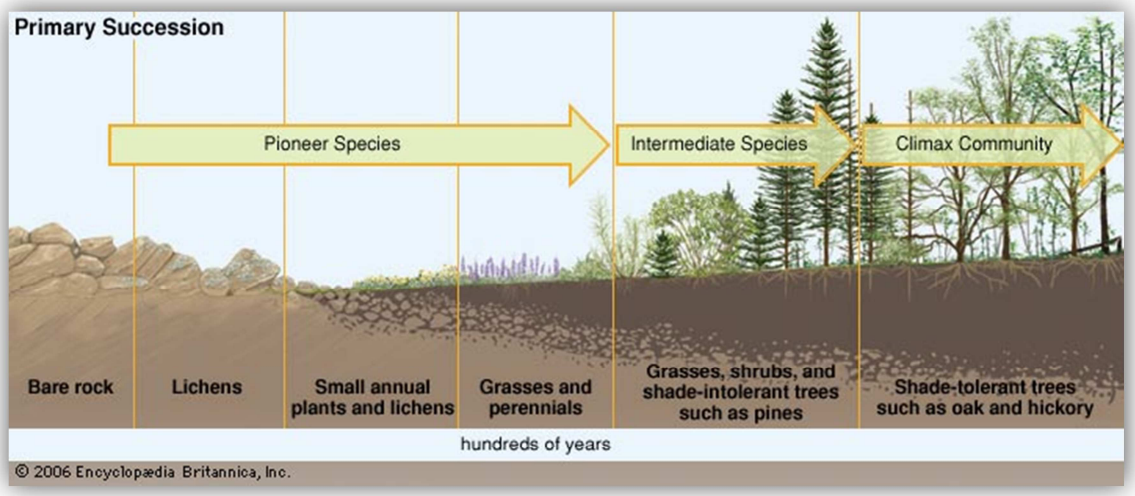
2.1 Sukcese

Sukcese je v ekologické praxi velmi běžný pojem. Je to ústřední koncept pro ekologii, stejně tak jako evoluce pro biologii (Margalef, 1968 ex. Walker & del Moral, 2003). Studium sukcese zahrnuje koncepty a nástroje ze studia ekosystémů, společenstev, populací, ekologie organismů, půdoznalství, geologie, meteorologie, ochrany přírody a dalších oborů. Sukcese je zároveň snadno pozorovatelný jev a nepředvídatelná skládanka (Walker & del Moral, 2003).

Rostlinná **sukcese** je spořádané nahrazení jednoho rostlinného společenstva druhým. Obecně platí, že dočasná rostlinná společenstva jsou nahrazována stabilnějšími společenstvy, dokud nedojde k dynamické rovnováze mezi rostlinami a prostředím (Harold & Hocker, 1979). Existuje přemíra definic pro ekologickou sukcesi, ale všechny mají společný směrodatný proces komunitního rozvoje v návaznosti na narušení. Termín jako první vytvořil Dureau de la Malle v roce 1825 (Verheyen, 2002).

Jsou rozeznávány dvě hlavní formy sukcese, **primární** a **sekundární**.

Primární sukcese je proces vývoje ekosystému na holých plochách, kde závažné disturbance odstranily většinu biologické aktivity; jde tedy proces zotavení ekosystému po narušení (Walker & del Moral, 2003). Podle Begona & kol., (1997) můžeme jednoduše říci, že pokud obnaženou část povrchu dříve neovlivňovalo žádné společenstvo, nazýváme daný sled druhů sukcesí primární. Patří sem vývoj složitých systémů od jednoduchých abiotických a biotických složek, který znázorňuje obrázek 1.



Obrázek 1: Postup primární sukcese v čase (Encyclopaedia Britannica Kids, 2006)

Primární sukcese začíná, když rostliny, zvířata a mikroorganismy kolonizují nové povrchy. Proces je ovlivněn místními podmínkami, souvislostmi a historií. Všechny nové plochy jsou zpočátku bez života, a tak byla primární sukcese klíčová v historii celé Země. Dnes jsou všechny společenství rostlin, živočichů a půda výsledkem primárních sukcesí (Walker & del Moral, 2003). Předpokladem je, že působení rostlin upravuje prostředí tak, že se stává stále příznivějším a časem je předmětem osídlení relativně náročných rostlinných druhů, než které byly přítomny za počátku sukcese (Harold & Hocker, 1979).

Sekundární sukcese se liší od primární v několika ohledech. Hlavním rozdílem je skutečnost, že vyšší rostliny jsou vždy schopny téměř okamžitě kolonizovat místa vhodná k sekundární sukcesi. Tyto místa nejsou nikdy dostatečně narušeny, aby nemohly být v krátké době obsazeny travami, stromy nebo keři (Harold & Hocker, 1979). Jestliže se z oblasti částečně či úplně odstranila vegetace, ale zachovala se dobře vyvinutá půda se semeny a sporami, nová vegetace dokáže obsadit místo do jednoho roku. Existují však případy, kdy nová kolonizace může být pomalejší a na stanovišti pak dochází k degradaci (Harold & Hocker, 1979), (Begon & kol., 1997).

Sukcesi tedy můžeme rozlišovat na primární či sekundární dle míry disturbance. Pokud bylo narušení velmi silné s kritickými dopady, bude následovat sukcese primární, pokud se jedná jen o drobné narušení, budeme mluvit o sukcesi sekundární. Někdy se také můžeme setkat s chápáním primární sukcese jako následku disturbance a sekundární sukcese jako postupného zákonitého vývoje rostlinného společenstva spějícího ke stabilitě probíhajícího ve všech společenstvech přirozeně v průběhu času.

Je také důležité si uvědomit, že mnohem větší oblast prochází změnami sekundární sukcesí než oblasti hostící sukcesi primární. Je proto nutné znát faktory, které ji spouštějí a modely vyskytující se při sekundární sukcesi (Harold & Hocker, 1979).

2.1.1 Studium sukcese

Prvním, kdo se zabýval studiem sukcese vegetace, a kdo formuloval své poznatky o sukcesi, byl F. E. Clements (1874 – 1945) (Verheyen, 2002). Studium sukcese zahrnuje různé techniky přizpůsobené široké škále časových a prostorových měřítek. Přímé pozorování časových změn na trvalých plochách je nejlepší, a to zejména v kombinaci s experimentálními manipulacemi, které mají nemanipulovatelné ovládací prvky (Prach & kol., 1993 ex. Walker & del Moral, 2003). Opakované snímkování je užitečné k identifikaci změn v populacích rostlin s dlouhou životností (Hastings

& Turner, 1980 ex. Walker & del Moral, 2003) a nezahrnuje údržbu trvalých ploch. Je-li však sledování nutné v řádu desetiletí a staletí (a snímky nejsou k dispozici), musí vědci použít nepřímý přístup, kde podobná stanoviště různého věku představují různá stádia vývoje v aktuálním pořadí. Hlavní nevýhodou této metody je, že různá starší a mladší stanoviště mají různou historii (Pickett, 1989 ex. Walker & del Moral, 2003). Rozdíly mezi stanovišti tak mohou mít více příčin, včetně náhodných událostí, změn krajinné struktury nebo klimatu v průběhu času nebo iniciace sukcese v různých ročních obdobích. Všechny tyto příčiny mohou mít vliv na druhy interakcí, končící odlišnými sukcesními výstupy (Walker & del Moral, 2003).

2.1.2 Faktory iniciující sukcesi

Podmínky pro sukcesi mohou vytvořit povodně, zemětřesení, meteorologické jevy nebo třeba vulkány. Lépe je však používat neutrální a více obsáhlý termín disturbance. Faktory iniciující sukcesi lze rozdělit do čtyř skupin podle klasických elementů: země, vzduch, voda a oheň, způsobující zemětřesení, vichřice povodně a požáry (Walker & Willig, 1999 ex. Walker & del Moral, 2003). Disturbanci lze očekávat ve všech společenstvech, ale s rozdílnou intenzitou, četností a odlišnými důsledky na společenstvo (Harold & Hocker, 1979).

Z faktorů, které ovlivňují prostředí společenstva, jsou klimatičtí a biotičtí činitelé zodpovědní za velké i malé disturbance, které pozměňují jejich strukturu (Harold & Hocker, 1979). Nicméně právě lidé jsou zodpovědní za rostoucí řadu disturbancí, jako jsou kyselé deště, poškozování ozonové vrstvy, jaderné výbuchy a globální oteplování. To všechno může zhoršit přírodní jevy, jako jsou eroze a záplavy. Rozdíly mezi přírodními a člověkem vyvolanými poruchami se stírají vzhledem k rostoucímu rozsahu a dopadu lidských činností (Walker & del Moral, 2003).

Eroze

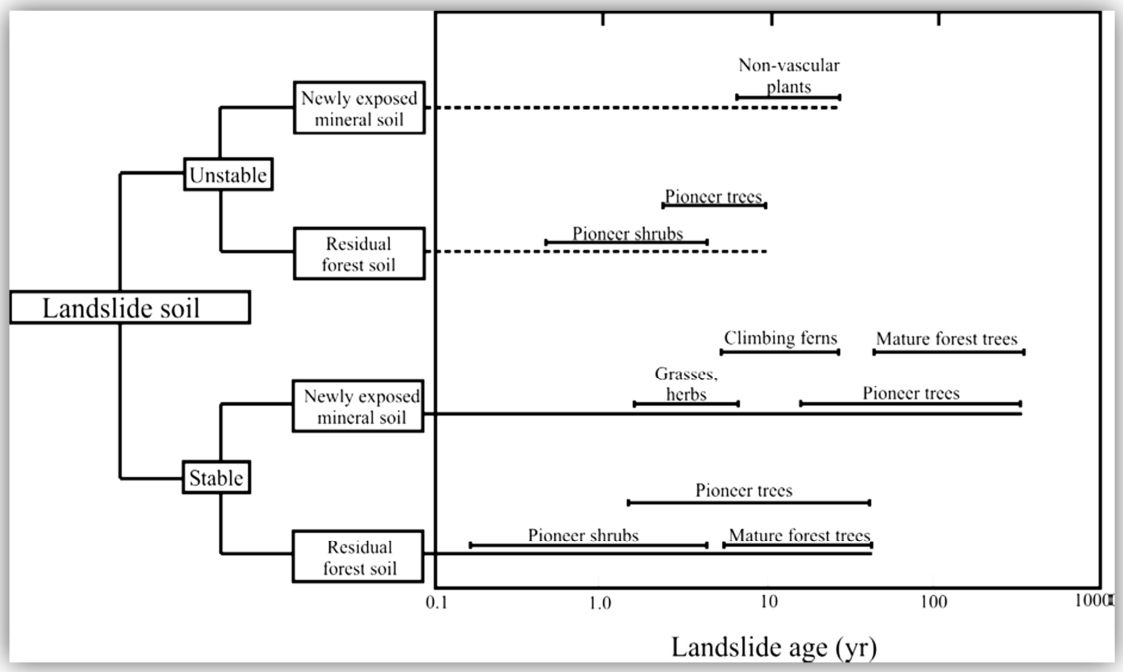
Eroze je přirozený proces, např. podél vodních toků, na strmých svazích (v závislosti na srážkách) a ve vyprahlých oblastech (díky větru). Velká území na Zemi jsou formována erozí (např. říční údolí, delty, kaňony, aluviální roviny, mořská dna). Na některé z těchto ploch, kde byly struktura půdy i živiny a organické látky ztraceny, může následně dojít k primární sukcesi (Walker & del Moral, 2003).

Lidé výrazně zrychlili erozi po celém světě. Odstraněním stromů a keřů pro palivo a přístřeší (Wilmshurst, 1997 ex. Walker & del Moral, 2003), zakládáním polí a využíváním rušivé zemědělské techniky (např. orba, intenzivní pastva) se zvýšila

přirozená rychlost eroze více než 100 násobně (Pimentel & Harvey, 1999 ex. Walker & del Moral, 2003). I mnoho dalších lidských činností způsobuje erozi (např. staveniště, zásahy ve svazích a zpevněné plochy, které urychlují tok povodňové vody). K důsledkům drastického nárůstu globální eroze patří úbytek orné půdy a následné mýcení lesů pro vytvoření nové zemědělské půdy, nebo zvyšování podílu hnojiv (Pimentel & kol., 1995 ex. Walker & del Moral, 2003). Tato sestupná spirála může být zastavena tím, že se sníží škodlivé využívání půdy a dojde k obnovení erodovaných půd pomocí procesů primární sukcese (Walker & del Moral, 2003).

Sesuvy půdy

Sesuvy půdy jsou druhem rychlé eroze způsobené gravitací, která vyplývá z destabilizace svahu vlivem sopečné činnosti, zemětřesení, zářezů silnic, staveb, těžby, ztráty vegetačního pokryvu a v našem případě silných dešťů (Sharpe, 1960 ex. Walker & del Moral, 2003). Když nastane pohyb půdy a kamení, může dojít k primární sukcesi, lišící se ve svém postupu podle vlastností stanoviště a míry případných následných disturbancí (obrázek 2). Sesuvy půdy se liší ve velikosti od několika metrů čtverečních po mnoho čtverečních kilometrů. Bahenní proudy a špinavé sněhové laviny (ty s úlomky hornin a zeminou) mohou přepravit stovky kubických metrů sutě za rok (Keylock, 1997 ex. Walker & del Moral, 2003).



Obrázek 2: Model sukcese po sesuvu půdy na příkladu z Puerta Rica ukazuje různé postupy sukcese na stabilních či nestabilních stanovištích. Tečkovaná čára značí případy, kdy následná eroze opakovaně narušovala sukcesi (Walker & kol., 1996 ex. Walker & del Moral, 2003).

Biotické faktory

Biotické faktory představují druhou skupinu činitelů, kteří jsou zodpovědní za vznik poruch vedoucích k sukcesi. Těmito činiteli jsou hmyz, choroby, zvířata a lidé. Není těžké spatřit změny ve smrkovém porostu, které následovaly po napadení kůrovcem. Mohou být ovlivněny celé lesní plochy a složení a hustota porostů může být v důsledku napadení hmyzem dramaticky změněna. Zvířata jsou vždy aktivní při změně struktury stanoviště. Přemnožení zvěře způsobuje značnou změnu ve složení lesních porostů (Harold & Hocker, 1979).

Lidé ve snaze o zemědělské a jiné využívání krajiny změnily tvář vegetace více než kterékoliv jiné zvíře. Vypalování, nemoci, hmyz, mýcení, těžba a pastva domácích a lovných zvířat jsou všechny spojeny s lidskou činností. Lidé jsou schopni měnit své prostředí tak, aby vyhovovalo jejich potřebám více než jakýkoliv jiný organismus, a proto mohou přispět k jeho zničení (Harold & Hocker, 1979).

2.1.3 Růstové strategie

r/K- strategie

Příroda musí být nějak vybavena k překonávání destrukcí společenstev a k osidlování dosud organismy neobsazených míst. Setrváme-li v rostlinné říši, zjistíme, že k danému evolučnímu procesu disponuje rostlinami různých vlastností, umožňujících postupné šíření rostlin v sukcesi. Poznatky o evolučních vlastnostech rostlin vyjádřili v šedesátých letech američtí ekologové Mac Arthur a Wilson v teorii r a K bionomické strategie. "Strategie druhu" jsou v jejich pojetí geneticky fixované soubory vlastností, které se projevují podobnými nároky na prostředí (Míchal, 1994 ex. Košulič, 2010).

r-stratégové, běžně označovaní jako **pionýrské druhy**, jsou adaptováni k rychlému osídlování volných ploch jako „první“ v sukcesní vegetační řadě (Košulič, 2010). Jsou to druhy se specifickými biologickými a ekologickými vlastnostmi, které jim umožňují:

- využívat extrémních podmínek k realizaci svých životních funkcí
- přizpůsobit se extrémním podmínkám
- změnit extrémní podmínky na podmínky, které jsou optimální pro jednotlivce a celé biocenózy
- předběhnout jiné druhy v procesu kolonizování nových oblastí
- určit průběh počátečních fází primární nebo sekundární sukcese a obvykle ustoupit, zejména když ekologický systém dosáhne plné stability (Falinski, 1995).

Vyznačují se vysokou plodností, rychlým růstem a vývojem v mládí, krátkověkostí, rychlým šířením, malou konkurenční schopností a nesnášenlivostí k zástinu. Ve smyslu Backmanova růstového zákona patří k růstovému typu prostorově-časovému, tj. k organismům, které nejdříve využívají prostor v krátkém čase a teprve potom čas; rychle rostou a jejich růst poměrně rychle ochabuje. Snadno přežívají změny prostředí. Jsou typickou součástí "velkého" vývojového generačního cyklu, vznikajícího na holině. Vytvářejí přípravný les se specifickou růstovou dynamikou a vyznačují se v něm značnou odolností typu resilience (Míchal, 1994 ex. Košulič, 2010).

Pionýrské druhy v tomto modelu svými kořeny otevírají (či připravují) půdu, svou odumírající nadzemní i podzemní biomasou vytvářejí humus a poskytují citlivým následným druhům ochranu proti mrazu a výparu. Jejich krátká životnost je předpokladem pro vytváření nových nástupních porostů (Poleno & kol., 2007).

K-stratégové, běžně označovaní jako **klimaxové druhy**, jsou nejlépe adaptováni na svoje stanoviště, kde se dlouho vyvíjela jejich předešlá pokolení stabilizující selekcí. Jsou přísně adaptováni na prostředí vrcholného stadia - klimaxu, v němž poskytují maximální produkci. Jsou to druhy dlouhověké; později dosahují plodnost, ve svých nárocích na prostředí jsou velmi vyhraněné, proto mají jejich populace při stabilních podmínkách silně redukovanou genetickou proměnlivost, v bohatých společenstvech klimaxu však mají pestřejší genetickou výbavu. Ta jim pomáhá odolávat různým formám konkurence různých druhů. Ve srovnávacích pokusech rostou populace těchto druhů pomaleji než flexibilnější r-stratégové, a to hlavně v mládí. Dominují v trvalých ekosystémech často v silné mezidruhové konkurenci a ve složitějších strukturách lesních společenstev. Na svém stanovišti se vyznačují vysokým fitness, zdatností, přežíváním a vysokou stabilitou typu rezistence. Ve smyslu Backmanova růstového zákona patří k organismům s růstovým typem časově-prostorovým, tj. nejdříve využívají čas a teprve později získávají prostor. To znamená, že zpočátku rostou pomalu, kulminace růstu se dostavuje později a udržuje se dlouho na vysoké úrovni. Jsou hlavní součástí tzv. "malého" vývojového generačního cyklu. V něm se uplatňuje typická vývojová dynamika klimaxového lesa střídáním stadií dorůstání, zralosti - optima a rozpadu (Míchal & kol., 1992 ex. Košulič, 2010).

R-C-S strategie

Ruderální **R-stratégové** snášejí malý stres, ale odolávají vysokému narušování biomasy. Při této vlastnosti se uplatňují především: velká produkční kapacita, rychlá tvorba biomasy, krátký životní cyklus (Slavíková, 1986).

Konkurenční **C-stratégové** využívají podmínky za malého stresu a malého narušování při vlivu vysoké konkurence. Uplatňují se zde především: značná výška rostliny, velká plocha asimilačního aparátu, schopnost větvení v nadzemních i podzemních částech, velká relativní růstová rychlost a velká biomasa, dlouhověkost (Slavíková, 1986).

Stres snášející **S-stratégové** snášejí velký stres, avšak za nízkého narušování biomasy. Stresem se rozumí odchylování od hodnot ve zdrojích výživy, záření, vody. S-stratégové mají takový komplex vlastností, které jsou adaptacemi k trvale nepříznivým podmínkám prostředí: pomalá rychlost růstu, nízká produkce, vytrvalost, květy a semena netvoří každým rokem, šíří se často také vegetativně (Slavíková, 1986).

Některé druhy mají schopnost smíšené strategie, proto se musí vždy hodnotit relativně k podmínkám, kde rostlina roste.

C-R stratégové – konkurenčně ruderální stratégové jsou úspěšní na produktivních stanovištích, kde je konkurence snižována mírnou intenzitou narušování biomasy (Slavíková, 1986).

C-S stratégové – stres snášející konkurenční stratégové jsou adaptováni na mírně neproduktivní stanoviště, tj. na mírnou intenzitu stresu, nesnášejí velké narušování biomasy (Slavíková, 1986).

C-S-R stratégové jsou adaptováni na stanoviště, na nichž je konkurence snižována jak mírnou intenzitou stresu, tak narušováním biomasy (Slavíková, 1986)

2.1.4 Analýza trendů postupu sukcese

Pochody a výsledky sukcese se dají pochopit jedině při znalosti druhu a rozsahu poruch. Významnou roli přitom hraje velikost narušených lesních porostů. S velikostí narušené plochy se mění zejména mikroklimatické podmínky a ztěžuje se možnost nasemenění ze sousedních porostů apod., průběh sukcese je proto zpravidla dlouhodobější. Murová lokalita odpovídá spíše modelu, kdy jsou porostní mezery a světliny naopak malé a mohou v porostech slunných dřevin vyvolat ke klimaxovému stádiu směřující masový nástup dřevin stinných - např. buku pod smrkem apod., pokud

stanoviště těmto stinným dřevinám vyhovuje. Stačí přitom i docela malá příměs stinných dřevin, popř. jejich výskyt v sousedních porostech. První podmínkou růstu populace je úspěšné uchycení a vyklíčení diaspory rostliny. Které dřeviny v průběhu sukcese se budou více rozvíjet, to závisí především na výchozím stavu - kolik semenáčků či nárostů při vzniku mezer či prosvětlení již na ploše porostu rostlo a mají proto většinou lepší výchozí podmínky, které další dřeviny díky semennému roku se mohou včas na ploše objevit, aby se mohly prosadit proti konkurenci přízemní travní a bylinné vegetace i proti okusu zvěře (Poleno & kol., 2007). Přísun diaspor na jednotku plochy stanoviště je funkcí několika proměnných. Výsledky řady měření ukazují především závislost mezi počtem semen a jejich vzdáleností od zdroje. V případě anemochorie lze očekávat jednoduchou exponenciální funkci. Pravděpodobná vzdálenost disperze diaspor při rychlosti větru 4m/s byla zjištěna u břízy 90m, u smrku 6m (Slavíková, 1986). K rozšiřování diaspor přispívá též svažitý terén, ale i ptáci (zejména sojky) a hraboši. Tato "světlinová" sukcese vytváří v lesních porostech zpravidla mozaikovou strukturu s vyšší druhovou diverzitou (Poleno & kol., 2007).

Vývojová stádia osídlení

Sukcese vychází ze stádia, kde je druhové složení určováno dostupností diaspor, ke stádiu, kdy je druhová skladba více závislá na podmínkách prostředí. Faktory, jako jsou změny v počasí, intenzita disturbancí a kolonizační potenciál jsou důležitější v raných stádiích, zatímco důležitost charakteristik samotného stanoviště se zvyšuje se sukcesním věkem (např. Christensen & Peet, 1984 ex. Lepš & kol., 2000).

Rozdílné biologické vlastnosti druhů v iniciálním stádiu v souvislosti s měnícím se prostředím vedou k rychlému střídání druhů a jejich početnosti (abundance). Druhy s krátkou životností a druhy s velkými nároky na podmínky volných ploch postupně vymírají a vznikající mezery zaplňují nově nastupující druhy (Poleno & kol., 2007). Postupným šířením světlomilných pionýrských dřevin dochází k formování tzv. **přípravného lesa.** Iniciální stádia trvají často velmi dlouhou dobu (zpravidla delší než jedno decenium). Následné rozšiřování keřových a stromových druhů vyvolává pro většinu bylinných druhů iniciálního stadia přílišné omezování světelného požitku i silnou konkurenci v kořenové vrstvě. V tomto typu tzv. **přechodného lesa** se postupně uchycují stinnější dlouhověké dřeviny tzv. **závěrečného lesa** (klimaxu). Tím se velký vývojový cyklus lesa uzavírá (Košulič, 2010; Poleno & kol., 2007).

Strukturální a funkční změny

Při sukcesi probíhají tyto hlavní strukturální a funkční změny:

- Stoupá pokryvnost a listová plocha, vyplnění prostoru společenstvem se zvyšuje, a tím se zdokonaluje využití sluneční zářivé energie primárními producenty.
- Dominance druhů zaměřených na rychlý růst (pionýrské druhy) se přesouvá k druhům zaměřeným na úspěch v mezidruhové kompetici.
- Celková hrubá produkce biomasy stoupá a v klimaxovém stadiu se stabilizuje.
- Čistá produkce se v klimaxovém stadiu blíží nule, protože roční přírůst biomasy se přibližně rovná jejímu odumírání a ztrátám respirací.
- Rozklad opadu je v průběhu sukcese stále významnějším faktorem tvorby půd. Množství živin poutaných v živé i odumřelé biomase v klimaxu vrcholí.
- Strukturnost celého ekosystému se v průběhu sukcese zvyšuje a vrcholí v klimaxu.
- Rychlost výměny živin mezi biotickým a abiotickým subsystémem zprvu roste, v pozdních stadiích sukcese značně klesá. Minerální koloběhy se tím v průběhu sukcese uzavírají; výstupy jsou v klimaxu minimální.
- Stoupá odolnost rostlinného společenstva i celého ekosystému vůči narušení zvenčí (Odum, 1977 ex. Poleno & kol., 2007).

Dynamika půdního chemismu

Bezprostředně po narušení dochází vlivem změněných mikroklimatických podmínek ke zvýšení mikrobiální aktivity, projevující se zvýšenou mineralizací organické hmoty a v ní poutaných živin. Ovlivněna je i dynamika dusíku, roste zejména podíl nitrifikace, později dojde k vyčerpání lehce rozložitelných látek a zpomalení reakcí. Spolu se ztrátou dusíku ve formě nitrátů dochází k vyplavování bází, zejména Ca a Mg. Draslík a do jisté míry fosfor je na druhé straně účinně selektivně recyklován travinnou vegetací. Na lokalitách náchylných k introskeletové erozi postupem času dochází ke ztrátám organické hmoty a vystupování sutí a dále ke značným ztrátám dusíku i ostatních živin (Podrázský, 1999a).

Diverzita a stabilita

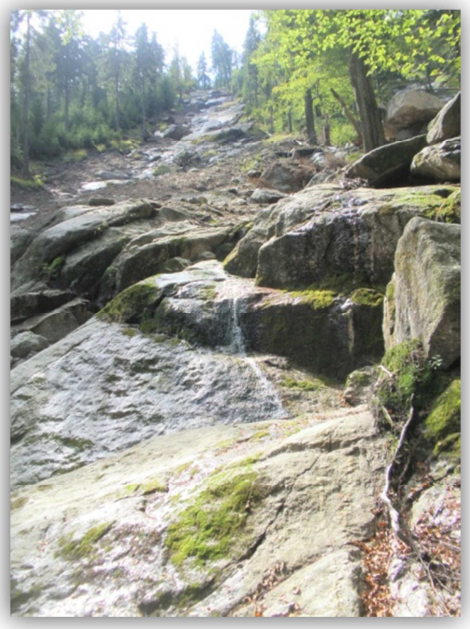
Diverzita začíná na nízké úrovni, roste do středních sukcesních stádií a ve vývojově vyspělém ekosystému opět poněkud klesá (Poleno & kol., 2007). Počet druhů na místě

se bude lišit nejen v důsledku sukcesních změn, ale i dle kvality stanoviště. Dobrá stanoviště mají schopnost dosahovat větší druhové rozmanitosti než chudá. Rozmanitost nemusí nutně představovat maximální možnou produkci stanoviště, maximální čistá roční produkce se obvykle objevuje ke konci dominance pionýrských nebo subklimaxových druhů. Po tomto bodě roční produkce poklesne a později se celková produkce stabilizuje. Předpokládá se, že stanoviště bude produkci udržovat, dokud nebude narušeno nějakým klimatickým či biotickým činitelem (Harold & Hocker, 1979).

Není jisté, zda stabilita stanoviště (ve smyslu, že je stanoviště schopno znovu získat svou druhovou skladbu v minimální době po disturbanci) je charakteristikou diverzity. Horn (1974 ex. Harold & Hocker, 1979) tvrdí, že komplexní stanoviště, ta s největší druhovou pestrostí, mohou být stabilní nejméně. Uvádí, že stanoviště s nejmenším počtem druhů mohou dosáhnout jejich předchozího stavu před disturbancí rychleji než ta s maximální diverzitou. Složité systémy představují křehkou rovnováhu mezi přítomnými druhy a disturbance, která rozruší tuto rovnováhu, přinese dlouhotrvající následky vyžadující mnoho let pro dosažení původní diverzity (Harold & Hocker, 1979).

2.2 Mury

Název “mura“ je původně lidový název pro tento jev v tyrolských Alpách. Mury (lidově zemní laviny, na obrázku 3) jsou definovány jako rychlý proudový pohyb zbahněných, vodou nasycených zvětralin (zeminy a kamení) po svahu. Jedná se o jednorázový gravitační svahový proces, nikoli o stržovou erozi. Jsou vyvolány buď velmi intenzivním deštěm anebo velmi rychlým táním sněhu. Rychlost pohybu masy je značná (4 – 8 m/s), z čehož vyplývá silný hřmot a katastrofické následky (Pilous, 1978; Pilous, 2011b).



Obrázek 3: Mura (foto autor)

2.2.1 Příčiny vzniku

Příčinou vzniku zdejších mur nejsou s jistotou geologické, resp. litologické poměry. Horniny ani vlastnosti jejich deluvií zřejmě žádnou zásadnější roli nehrají. Z geologického hlediska má podstatně větší význam poměrně mocná vrstva (0,5 – 2m) svahových zvětralin, které mají podobu kombinovaných, hlinitokamenitých až hlinitobalvanitých nebo i blokových deluvií na strmých tektonických svazích, schopných v krátké době pojmout velké množství vody (Pilous, 2011b). Pod svahovou hranou se voda nořila do poměrně velkých meziprostorů v balvanité zvětralině, kterou tak velmi rychle přetížila a současně zapříčinila pokles tření mezi částicemi udržující se jeho vlivem pohromadě (Pilous, 2011a).

Často se diskutuje o tom, zda je možné vzniku mur zabránit. Ve většině případů to možné není, protože jde v horském reliéfu o zákonitý přírodní jev. Asanace a různé technické a biotechnické zásahy mohou v podstatě jen zmírňovat škody (Gába, 1992).

2.2.2 Typy mur

Vznik mur může probíhat ve dvou variantách, podle toho dělíme mury na dva základní typy turbulentní a strukturní. **Turbulentní** mury vznikají plošným smyvem zvětralin na slabě zarostlých horských svazích za silného deště. Mají větší podíl vody než pevné složky, a proto často pokračují ve svém pohybu i po dosažení dna údolí. Mohou být dlouhé několik kilometrů, u nás takové známé nejsou. V našich podmínkách se vyskytují **strukturní** typy mur menších rozměrů. Vznikají na strmých svazích se sklonem přes 28° a na dně údolí se obvykle zastavují. Vznikají taktéž při průtržích mračen, ale nikoliv stékáním povrchových stružek, ale utržením podmáčené zvětraliny a jejím sjetím po svahu (Pilous, 1978).

Obrázek 4: Odlučná zóna mury (foto autor)

V podélném smyslu se člení dráha mury na tři zóny, a to **odlučnou** (obrázek 4), kde mura vznikla, **tranzitní,** nejdelší, kde probíhá vlastní pohyb a poslední **akumulační**, kde se mura zastavuje a hromadí se unášený materiál (Pilous, 1978).

2.3 Pedogeneze a určující faktory

Mnoho disturbancí, jako tání ledovcové vody, zemětřesení, výstavba silnic, silné deště nebo důlní činnost, může vyvolat sesuvy půdy a vytvořit tak podmínky pro tvorbu půdy nové (Walker & del Moral, 2003). Tvorba půdy jako půdotvorný proces je jedním z nejdůležitějších přírodních dějů na zemském povrchu, který probíhá v různých oblastech na zeměkouli rozmanitě. Je to děj charakterizovaný stálým vzájemným působením půdotvorných činitelů v určitém prostředí. Výslednice každého půdotvorného procesu je pak půda s určitými vlastnostmi a určitou produkční schopností (Pelíšek, 1968). Podrobné sledování vývoje půdy v čase tvoří fascinující studii, kde mnoho procesů začíná tzv.„de novo“. Stále je ale o utváření půdy málo známo k provedení rozsáhlých předpovědí o sukcesních trajektoriích (Walker & del Moral, 2003).

Jelikož je vývoj půdy výsledkem jak fyzikálních, tak biologických procesů, biotické a abiotické proměnné se spolupodílejí na řízení sukcese. Typy půd a podmínky, za kterých se tvoří, jsou rozhodující pro stanovení rychlosti a trajektorie postupu sukcese společenstev a ekosystémových vlastností. Pod vedením uznávaného vědce Dokučajeva navrhl Jenny (1941 ex. Walker & del Moral, 2003) vyjádření tvorby půd z dynamických nebo ‘aktivních‘ vstupů (např. eroze, imigrace bioty) a pasivních vnitřních faktorů (např. matečná hornina, reliéf). Čas je dalším důležitým faktorem, zahrnuje kumulativní účinek všech aktivních procesů v daném místě. Nejznámější zpracování těchto aktivních a pasivních proměnných zahrnuje Cl (klima), O (organismy), r (reliéf), P (matečná hornina) a t (čas).

$$s\ (p\mathring{u}da)\ =\ f\ (cl, o, r, p, t)$$

Po narušení je obnova předchozích podmínek (pokud k ní vůbec dojde) často nesouvislým procesem, některé proměnné reagují rychleji než jiné. I přes velmi různé a málo zdokumentované průběhy geneze lze však vyvodit několik zobecnění. Organická hmota a dusík se hromadí, acidita a koncentrace hliníku vzrůstá, koncentrace fosforu a kationtů naopak klesá. Mnohé z těchto změn jsou spojeny prostřednictvím pozitivních zpětnovazebních smyček (např. vyšší dostupnost živin, vyšší kvalita a rychlejší dekompozice), které poskytují určitou koordinaci mezi proměnnými v pedogenezi a pravděpodobně omezují rychlost změny vzájemně propojených faktorů. Co je těžší předvídat, je trajektorie vývoje půdy, včetně pravděpodobného vrcholu nebo rovnovážného stavu. Budou se rozvíjet půdy podobné předešlým, i když se

některé faktory (např. mikroklima, reliéf, sousedící organismy) mohly pozměnit (Walker & del Moral, 2003)?

Jako hlavní půdotvorné činitele možno označit matečnou horninu, vegetační kryt (resp. celou biocenózu), reliéf krajiny, klima nebo mikroklima, výšku hladiny podzemní vody a zásahy člověka (Pelíšek, 1968).

Matečná hornina

Každá hornina působením zvětrávacích procesů vytváří hlavní hmotu minerálního půdního podílu a ovlivňuje půdotvorný proces zejména svým chemickým složením, zrnitostním charakterem horninových zvětralin a hloubkou zvětralin (Pelíšek, 1968).

Zvětrávání žul je obtížné. Usnadněno je však drťovým rozpadem, tj. mrazovým větráním v pleistocénu. Zvětraliny jsou písčitého charakteru díky vysokému obsahu křemene. Půdy jsou písčité až hlinitopísčité, zvláště ve svazích často drolinovité. Nápadný je nízký obsah skeletu střední velikosti (štěrku a kamenů), (Smejkal & kol., 2009). V prvním stádiu rozpadu jsou to obrovité balvany, které často vylučují existenci normálně vyvinutého bylinného patra (někdy i stromového) a umožňují sestup přirozených smrkových porostů až do 800 m. n. m. V dalších stupních rozpadu žuly ovlivňuje vegetaci tvorba písčitých, snadno propustných půd, jejichž složení podporuje rychlé ochuzení svrchních horizontů o přístupné živiny (Sýkora, 1971).

Klima

Klimatické faktory výrazně spolupůsobí při přeměně hornin na matečné půdotvorné substráty a při přeměně matečných substrátů na půdu. Klima ovlivňuje přímo vznik půdy hypotermicky (v závislosti na teplotním režimu a režimu hydrometeorů) a nepřímo prostřednictvím rostlinstva, reliéfu apod. (Hauptman & kol., 2009).

Horské oblasti se liší od nížin větším množstvím dešťů, vyšší vlhkostí vzduchu, nižšími teplotami vzduchu a nižším výparem vody z půdních povrchů. Zvyšují se zásoby humusu, kyselost půd, zásoby půdní vlhkosti, dále pórovitost, provzdušenost a propustnost pro vodu (Pelíšek, 1968).

Reliéf

Reliéf krajiny ovlivňuje některé půdní vlastnosti vlivem různého sklonu svahů, různé expozice a různé nadmořské výšky. Těmito vlastnostmi je ovlivňována celková hloubka půd a jednotlivých půdních vrstev, vlhkostní a teplotní poměry. Mělká půda na sklonitých svazích je výrazně ovlivněna různou silou splachování půd. Půdy

na svazích západních a zejména severních jsou výrazně vlhčí a chladnější než na svazích východních a jižních (Pelíšek, 1968).

Biocenóza

Vegetace značně urychluje zvětrávání hornin, a to zejména působením kořenového systému a vlivem humusu. Kořenový systém rostlin zasahuje často hluboko do půdních spodin a podél kořenů se pak dostává do půdy více vody a vzduchu (Pelíšek, 1968). Mnohé kořeny každoročně odumírají a jejich hmota se postupně mění v půdní humus (Hauptman & kol., 2009). Lesní porosty s rostlinným krytem ovlivňují rovněž jakost povrchového humusu. Jehličnaté porosty dávají svým opadem vždy humusy kyselejší (Pelíšek, 1968).

Vyšší rostliny produkují z minerálních látek organické sloučeniny a živočichové a mikroorganismy tyto látky rozkládají, přičemž konečnými produkty tohoto rozkladu jsou opět voda, oxid uhličitý a syntetizované humusové a minerální látky. Největší část těchto organických látek se hromadí na povrchu půdy a ve rhizosféře (Hauptman & kol., 2009).

Mezi půdou, rostlinami a živými organismy existují velice výrazné oboustranné vztahy: organismy ovlivňují vlastnosti půd a půda výrazně ovlivňuje existenci a životní projevy rostlin a organismů, včetně jejich složení a společenstev. Např. dřeviny se obecně nejenom podílejí na snižování pH půdy, ale zároveň i na kyselých půdách lépe rostou, nežli např. většina travních a bylinných společenstev a kulturních plodin (Hauptman & kol., 2009).

2.3.1 Introskeletová eroze

Introskeletová eroze je definována jako převážně vertikální propadávání a proplavování půdních částic do dutin mezi kameny a balvany především na suťových stanovištích (Mezi stromy, 2007). Proces introskeletové eroze na suťových stanovištích probíhá, především na místech se zmenšeným půdoochranným působením lesního porostu, trvale (Šach & Černohous, 2009). Introskeletová eroze vzniká při ztrátě vegetačního krytu, při rozsáhlejším odlesňování kamenitých a balvanitých půd, či rozsáhlou těžbou po imisní katastrofě (Slodičák & Novák, 2005).

Destrukci svrchní půdní vrstvy a její ztrátu do podzemních prostor mezi balvany zvláště urychlují přívalové deště, pohyb sněhové pokrývky po svazích, déletrvající

sucha a mrazové jevy. Z antropogenních vlivů destrukci akceleruje zejména pozemní soustřeďování dřeva (Šach & Černohous, 2009).

Introskeletová eroze není nevratný proces. Splavením slabého pokryvu půdy, mechů a borůvčí je omezena především přirozená obnova *Picea abies*. Silně erodované plochy lze obnovit přes pomocné listnaté dřeviny (*Sorbus aucuparia, Betula sp.*). Vytvoření příznivých podmínek pro obnovu klimaxových dřevin je otázka několika decénií, řádově odpovídající střední životnosti *Betula* a *Sorbus* (Slodičák & Novák, 2005).

Z geologického hlediska jsou v rámci náchylnosti stanovišť k introskeletové erozi nejvíce ohroženy lokality s výskytem granodioritu a žuly. Obě horniny mají kvádrovitou odlučnost a jejich rozpadem vznikají zvětraliny hrubě písčité, se silně narušenými a rozpadavými úlomky horniny (viz Matečná hornina na straně 21). Zvětralina s popsanou strukturou potom při narušení půdního krytu a postupném tlení organických zbytků snadno podléhá introskeletové erozi. Doprovodnými jevy může být odumírání, usychání původní přízemní vegetace, její rozklad, rychlá mineralizace nadložního humusu a následné zvýraznění kamenitosti se současným menším zabuřeněním (Šach, 1999).

3 CHARAKTERISTIKA LOKALITY

Povodňové mury se nachází na severním a severovýchodním svahu Smědavské hory v Jizerských horách (obrázek 5). Jejich odlučnou hranu najdeme pod Pavlovou cestou ve výšce okolo 900 m. n. m., ve své spodní části přetínají silnici mezi Smědavou a obcí Bílý potok a končí v korytě říčky Smědé. Jedná se o prudký svah 40 až 60 % (přibližně 22 – 31°), který je expozičně orientován severně až severovýchodně. Lesy zde patří do hospodářského souboru 01 a 02, tedy mezi lesy ochranné. Soubor lesních typů: 6N - kamenitá kyselá smrková bučina (*Piceeto - Fagetum lapidosum acidophilum*) (také 6Z – zakrslá, 6Y - skeletovitá) a 7Y - skeletová buková smrčina (*Fageto - Piceetum saxatilis*). Území spadá mezi lokality s evidovaným kritickým sklonem svahu a do kategorie imisních lesů B (Oblastní plány rozvoje lesů, 2011).

Obrázek 5: Zasazení lokality do mapy (Regionální produkt Jizerské hory, 2012)

3.1 Klima

Klimaticky patří území Jizerských hor k oblastem mírně chladným a bohatým na srážky. Leží na rozvodí Odry a Labe. Území je pramennou oblastí toků příslušejících do povodí Nisy, Smědé a Jizery. Vzhledem k charakteru oblasti (horský masiv s lokalitami v nadmořských výškách od 350 do 1124 m. n. m.) se zde nachází značné diference v klimatických podmínkách (Kulasová & Bubeníčková, 2009). Průměrná celoroční teplota zde činí 5,8 °C, teplota vzduchu ve vegetačním období 10,8 °C. Osada Jizerka je jedním z nejchladnějších míst v republice, teploty tam v zimě klesají až hluboko pod -30 °C (Slodičák & Novák, 2005).

Srážky

Jizerské hory jsou velmi bohaté na srážky, v žádném pohoří v ČR nespadne ve stejné nadmořské výšce tolik srážek (Sýkora, 1971). Je známo, že mají drsné počasí, a že celá jejich vrcholová část bývá často zasažena intenzivními srážkami, které dávají

vzniknout četným povodňovým situacím. Srážkové situace s velkými úhrny se v Jizerských horách vyskytují v letních měsících, nejčastěji v červenci a srpnu (Kulasová & Bubeníčková, 2009).

Centrum srážek bývá nejčastěji lokalizováno na rozvodí toků Smědé, Kamenice a Jizerky nebo na území těsně pod ním. Celé hlavní těleso pohoří (nad 500 m. n. m.) má roční srážkový úhrn větší než 900 mm, v oblasti Jizery (1123 m. n. m.) spadne ročně průměrně 1600 mm. Na náhorní plošině, zhruba od 900 m. n. m., spadne od 1000 mm do 1200 mm srážek (Sýkora, 1971). Celoroční průměrný srážkový úhrn je uváděn v hodnotách nad 1000 mm (Slodičák & Novák, 2005). Jizerské hory si stále drží rekord z roku 1897, kdy byl naměřen nejvyšší denní srážkový úhrn v České republice, a to na Nové Louce v nadmořské výšce 780 m. n. m., který činil 345,1 mm/den (Kulasová & Bubeníčková, 2009).

Vítr

Značně členitý terén oblasti Jizerských hor výrazně ovlivňuje vzdušné proudění, jeho rychlost i směr. Z výsledků měření do konce roku 2003 je zřejmé, že na dané lokalitě nejvyšší četnost vykazovalo jižní proudění, dále pak jihozápadní, severovýchodní a severní. Nejvyšší naměřená rychlost větru činila 20,3 m/s. Porovnáním převládajícího směru větru s výsledky měření depozice sirných sloučenin bylo zjištěno, že v průměru vyšší hodnoty depozice síry byly při převládajícím SZ a dále pak při J proudění vzduchu (Slodičák & Novák, 2005).

Uplatňují se zde dva jevy – obtékání a přetékání vzduchu přes pohoří. Velkoplošné větrné proudění ovlivňuje místní větry uvnitř horského masivu, jejich příčinou je nerovnoměrné zahřívání a ochlazování vzduchu, který leží nad úbočími a údolími. Ve dne vanou k vrcholům, v noci naopak shora dolů. Mohutný vzdušný proud se pohybuje při severozápadním proudění ve sníženině Hejnice – Bílý Potok. Odtud je vynášen ostře zaříznutým horským údolím říčky Smědé na Smědavu a dále na Jizerku. (Vonička, 2002).

3.2 Geologie

Jizerské hory jsou součástí krkonošsko – jizerského krystalinika, obklopeného dalšími útvary lugika. Na západě přechází tato jednotka do žulových hornin lužického masivu a na jihozápadě sousedí s Ještědským hřebenem. Na severu tvoří hranici

významný vnitrosudetský zlom (horizontální posun), kterým je krkonošsko – jizerský blok oddělen od zhořelecko–kačavského pásma (Knotek, 2009).

Značnou část plochy Jizerských hor zaujímá žulový pluton variského stáří, který je jádrem krkonošsko-jizerského bloku a přestavuje po své krystalizaci jeho nedeformovanou a konsolidovanou část. Plutonem nazýváme těleso vyvřelé horniny utuhlé v hloubce pod povrchem (Knotek, 2009). V dnešní denudační úrovni má tvar protáhlé, uprostřed zaškrcené elipsy (osmičky) s delší osou ve směru V-Z. Východní část masivu leží z většiny na polském území. Vcelku masiv zaujímá plochu kolem 685 km^2. Je obnažen hlavně v nejvyšších horských hřebenech Jizerských hor a Krkonoš (Chaloupský & kol., 1989).

Petrograficky není masiv příliš pestrý, a to zejména ve své jizerské oblasti. Široko převládajícím a zároveň na lokalitě se vyskytujícím typem je výrazně porfyrická středně zrnitá biotitická žula až granodiorit, která směrem do hlubších úrovní přechází pozvolna do porfyrické hrubozrnné biotitické žuly (Klomínský, 1969 ex. Chaloupský, 1989). Ta je v typickém vývoji odkryta v okolí Liberce, kde se těží jako vynikající stavební a dekorační kámen (Chaloupský & kol., 1989). Geologický podklad tvořený žulami má velký vliv na vegetaci hlavně díky tvorbě snadno propustných písčitých půd (Sýkora, 1971).

Zásoba živin v půdách vzniklých na žulách je všeobecně nedostatečná. Zásobování žul dvojmocnými bázemi (CaO, MgO) je nedostačující, stejně jako zásobení fosforem, zejména u žul krkonošsko-jizerského masivu. Tyto horniny mají málo i barvivotvorných látek (Fe_2O_3, FeO, MnO), jejich extrémní nedostatek vykazují zejména subtypy žul a rul. Zásobení alkáliemi (Na_2O, K_2O) je bohaté díky převaze draslíku nad sodíkem (Smejkal & kol., 2009).

3.3 Biotop

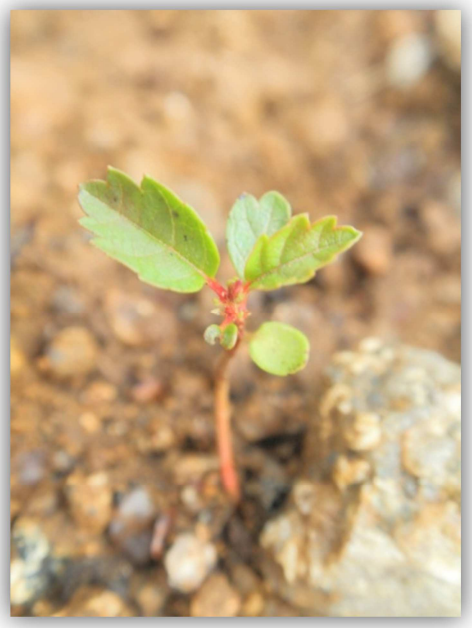
Pojem biotop se vždy vztahuje ke konkrétnímu druhu či společenstvu. Okolní společenstvo mur, a tedy i společenstvo, které se vyskytovalo na území mur před jejich vznikem, je dle Katalogu biotopů (Chytrý & kol., 2001) příslušné do kategorie L 9.1 *Horské třtinové smrčiny.*

Třtinové smrčiny rostou na svazích a vrcholech kopců v montánním až supramontánním stupni v nadmořské výšce 950 - 1350 m. n. m. Tvoří horní hranici lesa, v jejíž blízkosti jsou porosty následkem extrémních podmínek klimatických poměrů rozvolněnější. V našem případě se vyskytují v nižších nadmořských výškách,

zde však bývá jejich charakter silně ovlivněn smrkovým hospodařením, takže většinou splývají s okolními kulturními smrčinami (Chytrý & kol., 2001)

Druhové složení

Ve stromovém a keřovém patře se v původním biotopu kromě smrku ztepilého (*Picea abies*) uplatňuj i listnáče javor klen (*Acer pseudoplatanus*), buk lesní (*Fagus sylvatica*) a jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*) na obrázku 6. Bylinné patro bývá zastíněné a jeho pokryvnost je tak kolísavá. Dominantními druhy třtinových smrčin jsou metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*), třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*), kapraď rozložená (*Dryopteris dilatata*) a brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*). Dále se vykytují montánní druhy např. žebrovice různolistá (*Blechnum spicant*), podbělice alpská (*Homogyne alpina*), sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*). Mechové patro dosahuje pokryvnosti až 90 % (Chytrý & kol., 2001).



Obrázek 6: Nalétnutý semenáček jeřábu na muře (foto autor)

Vědecké názvy druhů viz tabulka 9 na straně 61.

3.4 Mury v Jizerských horách

V srpnu roku 2010 došlo k tragickým záplavám na několika územích v ČR. Za mimořádně intenzivních srážek (až 40,1 mm/hod. – dle nejbližší srážkoměrné stanice Smědava) došlo k pohromě i v povodí říčky Smědé v Jizerských horách. Tragickou situaci vystihl Bejček (2010) následovně: *„V sobotu 7. 8. ráno už bylo jasné, že tentokrát to bude zlé i v Bílém Potoce. Stále intenzivněji pršelo a prudká voda valila kameny, které ničily a bouraly vše, do čeho narazily. Když voda opadla, ukázalo se dílo zkázy.“* Zatímco místní lidé s hrůzou obcházeli své domy a počítali škody, do centra pozornosti se dostaly i ohromné murové dráhy, které zbrázdily svah nad obcí. Každý kdo se pokusil projet po povodních Smědavskou silnicí, se nestačil divit. V prostoru serpentin se tyčily balvany větší než člověk, na druhé straně visel okraj asfaltové vozovky tři metry vysoko ve vzduchu a nad silnicí se zvedal zpustošený svah pokrytý bahnem a kameny, z nichž trčely tu a tam stromy zpřerážené jako třísky (Pilous, 2011a). Na strmých svazích v prostoru Smědavské hory a v údolí horní Smědé vznikly čtyři

mury a čtyři svahové nátrže. Tím se ukázalo, že uvedený prostor má dispozice pro vznik těchto rychlých gravitačních svahových procesů. Jizerské hory se tak staly s Krkonošemi, Hrubým Jeseníkem, Králický Sněžníkem a Šumavou teprve pátým horským celkem na našem území, kde byly tyto procesy zaznamenány (Pilous, 2011b).

Podle stručných, neodborných avšak hodnověrných zpráv se nejedná o první mury zde vzniklé. Například Nevrlý (1981) uvádí, že to byla právě Smědavská hora, z jejíhož severovýchodního úbočí sjely po obrovských lijácích a povodních v červenci roku 1958 čtyři mury, jakési blátokamenné laviny, které téměř do výše jednoho metru zatarasily silnici ze Smědavy do Bílého Potoka mezi kamenem Brzdou a první zatáčkou Čínské cesty.

3.4.1 Meteorologické příčiny vzniku mur

Text následující kapitoly vychází z projektu Vyhodnocení povodní v srpnu 2011 (ČHMÚ, 2010).

Příčinná srážka nejvýraznějších srpnových povodní byla soustředěna zejména do dvou dnů 6. a 7. srpna. V noci na pátek 6. srpna se prohloubila výšková tlaková níže nad severní Itálií a začala postupovat zvolna k severu až severovýchodu. Během jejího postupu zesiloval teplotní gradient mezi chladnějším vzduchem na západě a teplejším na východě, čára okluzní fronty zůstávala v přízemním poli téměř bez pohybu několik desítek kilometrů východně od Jizerských hor. Její retrográdní postup byl totiž blokován hřebenem vyššího tlaku vzduchu, který se od jihozápadu rozšiřoval nad západní Evropu. V sobotu 7. srpna 2010 v ranních hodinách se území severních Čech dostalo do severo - severovýchodního proudění na zadní straně zmíněné výškové tlakové níže. Tím zesílily návětrné efekty svahů Jizerských i Lužických hor, stejně tak východní části Krušných hor a Českého středohoří.

Trvání srážkové činnosti (na většině území 30 až 36 hodin) i plošný charakter výrazných srážek svědčí o tom, že se nejednalo o typické lokální přívalové srážky, způsobující přívalové povodně, v české terminologii někdy uváděné jako bleskové. Pro přívalové srážky je typické relativně krátké trvání (většinou řádově desítky minut až hodina), a zároveň výrazně lokální charakter (plošný rozsah intenzivních srážek menší než území jednoho okresu). Přesto se v sobotních ranních a dopoledních hodinách vlivem návětří, které hrálo roli mechanického spouštěče vzestupných vertikálních pohybů, a instability teplotního zvrstvení na zadní straně tlakové níže, generovaly konvekční pohyby, které uvnitř oblasti trvalých srážek způsobovaly lokálně

vymezená centra se srážkami, které svým charakterem přívalovým srážkám odpovídaly. Hodinové srážkové úhrny, zejména v sobotních dopoledních hodinách, dosahovaly nebo i převyšovaly 50 mm, což dokládají také odhady srážek podle meteorologického radaru (obrázek 21 v přílohách 9.2 na straně 63).

Srážkové extrémy

Nejintenzivnější déšť se vyskytoval na severu Čech v noci z 6. na 7. srpna a v dopoledních hodinách 7. srpna (obrázek 22 v přílohách 9.2 na straně 63). Odpoledne a v následujícím dni pak srážková činnost postupně zeslábla. Nejvyšší extrémy srážek byly vyhodnoceny pro stanici Hejnice, kde během hodiny od 9 do 10 h SELČ (středoevropského letního času) napadlo 57,6 mm srážek, během 3 hodin 115,8 mm, během 6 hodin 143,1 mm a během 24 hodin 220,5 mm. Ve všech případech se jedná o srážky přesahující hodnotu teoretické srážky s průměrnou dobou opakování 100 let a více, tj. o srážky, které se v dané stanici vyskytují méně často než jednou za 100 let. Rekord z roku 1897, kdy na Nové Louce 29. července spadlo 345,1 mm srážek za den, zůstal zatím nepřekonaný.

Nasycenost území, která významně ovlivňuje reakci povodí na spadlé srážky a průběh odtoku, byla hodnocena ke dni 6. srpna krom jiného tzv. ukazatelem nasycení, který kromě evapotranspirace zohledňuje infiltrační vlastnosti půdního povrchu a popisuje míru potenciálního rizika vzniku povodňové situace. Ukazatel nasycení byl vyšší než 0, tj. nasycení území bylo vyšší než retenční vodní kapacita půdy (obrázek 23 v přílohách 9.2 na straně 64). Nejvyšší hodnoty ukazatele nasycení byly v povodí Jeřice a v pramenné oblasti Smědé, a to patrně důsledkem vydatných srážek, které na tato povodí vypadly již 3. srpna. Lze proto konstatovat, že nasycení území na jmenovaných povodích negativně ovlivnilo velikost odtokové odezvy.

Vyhodnocení extremity průtoků

Extremitě srážek odpovídala i následná odtoková odezva, která byla velmi ovlivněna předchozím silným nasycením postižených povodí, a to zvláště Jeřice a Smědé, kde extremita kulminačních průtoků byla nejvýznamnější a výrazně překročila dobu opakování 100 let. Smědá v horní části povodí reagovala na srážky už v nočních hodinách vzestupem hladin, ale k hlavnímu rychlému vzestupu hladin zde došlo až v sobotu v dopoledních hodinách, kdy bylo podhůří Jizerských hor zasaženo nejintenzivnějšími srážkami. Ve vodoměrné stanici Bílý Potok kulminovala Smědá v 11:40. V úseku mezi Bílým Potokem a Frýdlantem docházelo vlivem extrémně

rozvodněných přítoků k velmi rychlému nárůstu povodňové vlny. Vodoměrná stanice ve Frýdlantu byla zničena, kulminační vodní stav zde byl dle dostupných informací dosažen po 13. hodině. Průběh povodňové vlny musel proto být rekonstruován na základě známého průběhu povodňové vlny ve vodoměrné stanici Višňová a odhadu přítoku z mezipovodí mezi stanicemi Frýdlant a Višňová.

3.5 Půdní charakteristiky

Současný obraz o lesních půdách je výsledkem dlouhodobého vývoje půd v poledové době (cca 10 tis. let), kdy se uplatňovaly zejména klimatické a geologické podmínky a střídání sukcesních stádií vegetace a v posledním období, tj. od doby rozšíření selského obhospodařování lesů ve střední Evropě mezi 5000 – 4000 lety př. Kr. i výrazná činnost člověka. Obecně negativní vliv na půdy měl přibližně od začátku 19. století rozvoj průmyslové činnosti a vysoké nároky na využívání lesa (Slodičák & Novák, 2005). Níže položené lokality začaly být trvale obdělávány nebo na nich vznikly pastviny, zatímco ve vyšších partiích, kde zůstaly lesy, docházelo k postupné proměně jejich druhového složení ve prospěch smrku. Koncem 19. A začátkem 20. století vrcholilo pěstování monokultur a smrk se sázel téměř na všech stanovištích. Dnes již víme, že to vede ke zvyšování kyselosti a ochuzování povrchové vrstvy půdy o makro a mikroelementy. Zvyšuje se také citlivost ekosystémů vůči nepříznivým faktorům, jako jsou vichřice, sucha, nadměrné rozšíření škůdců atd. (Smejkal & kol., 2009).

Druhou důležitou hrozbou pro půdní prostředí nejen Jizerských hor se stala průmyslová a energetická znečištění, jejichž emise postupně vzrůstala po několik let, ale dramatický vývoj v tomto směru nastal od poloviny 20. století. Zvlášť hrozivé se ukázaly emise SO_2 způsobující tzv. kyselé deště, a také emise některých těžkých kovů. Do dnešního dne dosahuje koncentrace Pb v povrchovém humusu horských půd dokonce 200 mg/kg, i když by neměla překračovat 50 mg/kg. Průmyslové znečištění a jiné nepříznivé jevy způsobily koncem sedmdesátých a na začátku osmdesátých let minulého století hromadné odumírání smrkových porostů všeobecně nazývané ekologickou katastrofou (Konca, 1990 ex. Smejkal & kol., 2009).

3.5.1 Půdní typy v zájmovém území

Půdy v Jizerských horách jsou velmi různorodé. Nejdůležitějšími příčinami jsou zde prostorové rozrůzněnosti, odlišnost hornin a půdotvorných substrátů, bohatství morfologických forem a mozaikovitost vodního režimu (Smejkal & kol., 2009).

Obrázek 7: Typický okraj murového skluzu vyšších poloh (foto autor)

Na zkoumaném území se nachází především 3 typy půd a jejich subtypy, a to **ranker podzolový, podzol modální** až **histický** a **kryptopodzol rankerový** (Smejkal & kol., 2009). Na obrázku 7 a obrázku 8 na straně 32 jsou ukázky půd na murovém okraji.

Ranker

Ranker vývojově navazuje na litozem. Vyskytuje se na vrcholech, na hřebenech, v obvodu skal, na balvanitých sutích (Smejkal & kol., 2009). Je vyvinut tmavě zbarvený humusový Ah horizont (melanický). Mocnost tohoto horizontu je do 30 cm. Obsah skeletu v půdě je zpravidla vyšší než 50 %, obsah humusu v jemnozemi ve svrchních 20 cm je 7 – 40 %, půda je silně provzdušněna, velmi bohatě prokořeněna, silně ohrožena erozí (Slodičák & Novák, 2005). V obvodu modálních, tj. typických humusoželezitých podzolů vyšších horských poloh se vyskytuje ranker podzolový, kde jsou zakrslé a skeletové bukové smrčiny a jeřábové smrčiny. V meziskeletovém prostoru na povrchu kamenů a balvanů kondenzuje voda, takže je umožněna existence lesa. Rankery zaujímají cca 5 % lesní půdy oblasti Jizerských hor (rankery podzolové 0,4 %). Les na těchto stanovištích má ochranný charakter (Smejkal & kol., 2009).

Podzoly

Podzoly jsou půdy s ochuzeným Ep horizontem a obohaceným podzolovým Bs horizontem. V humusovém Ah horizontu je patrné vybělení písčitých zrn. Eluviální Ep horizont je popelavě šedý, silně až extrémně kyselý, ochuzený o jílnaté částice, humus a sesquioxidy. Má malou zásobu živin, sorpční kapacita je velmi nízká a sorpční komplex je výrazně nenasycený. Obohacený Bs horizont je rezavohnědý, celkově příznivější než Ah horizont. Celkově jsou ovšem podzoly půdy sorpčně nenasycené,

s nepříznivým poměrem C/N a sníženou produkční schopností. V oblasti se vyskytují především humusoželezité (modální) a rašelinové (histické) podzoly. Jsou zde vázány na 8. LVS a okrajově na 7. LVS. Mocnost eluviálního Ep horizontu zpravidla nepřesahuje 10 cm. Formou pokryvného humusu je mor (=surový humus), je stále vlhký, většinou zrašelinělý. Tvoří mocnou vrstvu: nepřesahuje-li 15 cm, označujeme jej jako humusoželezitý podzol, nad 15 cm rašelinový podzol. Hodnoty pH (H2O) v hlavní kořenové zóně bývají 3,0 až 4,0. Horizont Bh obsahuje 7 – 30 % humusu. Poměr C/N je velmi nepříznivý - až 30 (Slodičák & Novák, 2005). Uvedené subtypy podzolů zaujímají 10,5 % z lesní půdy v oblasti Jizerských hor (Smejkal & kol., 2009).

Kryptopodzoly

Kryptopodzoly jsou v oblasti vázány na 6. LVS a převážnou část 7. LVS. Do nižších poloh přecházejí do kambizemí, do vyšších poloh do humusoželezitých a rašelinových podzolů. U kryptopodzolů se projevuje jednak podzolizace, jednak hnědnutí. Náznaky vyluhování se projevují v Ao horizontu vybělením části zrn písku. Není vyvinut typický obohacený Bs horizont jako u podzolů, dochází jen k migraci hliníku, migrace železa je v počátečním stádiu. Pokryvným humusem je moder nebo mor, který je v důsledku zvýšené kyselosti, snížené biologické činnosti a následně zhoršené mineralizace, relativně mocný. Horizont Bvs je rezavý až rezavohnědý, svrchu tmavší. Přechod mezi Ao a Bvs horizontem je pozvolný. Kryptopodzoly jsou středně hluboké až hluboké, hlinitopísčité, v různé míře skeletovité, kypré, příznivě vlhké. Na prudších svazích se vyskytuje kryptopodzol rankerový, jehož diferenciačním znakem je vysoká skeletnatost (nad 50 %) (Slodičák & Novák, 2005). Nachází se zpravidla mezi 500 – 850 m. n. m. a zaujímá 8,8 % lesní půdy v oblasti Jizerských hor (Smejkal & kol., 2009).

Obrázek 8: Typické murové okraje středních a nižších poloh (2x foto autor)

3.5.2 Skeletovitost a introskeletová eroze

Zdejší kamenité půdy typu rankeru a rankerových subtypů podzolu, kryptopodzolu a kambizemí jsou introskeletovou erozí potenciálně ohroženy nejvíce (Šach, 1999). Jejich výskyt ve svažitých terénech (viz obrázek 9) nepříznivé dopady introskeletového propadání dále zvyšuje. Skeletovitost půd v zájmové oblasti je vysoká, obsahují větší jak 50 % podíl hrubých částic s průměrem zrn > 2 mm, a to přes kategorie hrubý štěrk (10–50 mm) až po balvany (> 500 mm) (Hauptman & kol., 2009). Celkem je introskeletovou erozí ohroženo cca 18 % lesní oblasti Jizerské hory (Šach, 1999).

Obrázek 9: Skeletovitost půd na lokalitách mur (foto autor)

3.5.3 Chemická degradace půd

Obecně platí, že kyselá depozice je hlavní příčinou chemické degradace lesních půd. Území je dlouhodobě ovlivněno vysokou zátěží vzdušných polutantů. Za základní parametry poškození lesních půd zájmové oblasti lze považovat prohloubení acidity, vyčerpání neutralizační kapacity bází, nízký stupeň nasycení půdy bazickými kationty, nepříznivý poměr Ca/Al, resp. (Ca+Mg+K)/Al. Uvedené parametry způsobily celkové snížení resilience půdního systému. Současný stupeň resilience lesních půd je velmi nízký a působení i relativně slabého stresového faktoru může způsobit významné změny ve vitalitě lesních porostů. Půdy zde mají nízkou pufrační schopnost bází vůči vnosu silných kyselin. Nachází se na hliníkovém až hliníkovo-železitém pufračním pásmu a hlavní pufrační látkou jsou jílové minerály a Al-hydroxosulfáty. Půda až od 50 cm má příznivější podmínky pro pufrování kyselin. Vodíkové ionty jsou spotřebovávány na rozpouštění AlOOH ze zvětralých silikátů, přičemž vznikají polymerní hydroxihliníkové kationty. Ty nahrazují Ca^{2+} a Mg^{2+} na površích jílových minerálů. Klesající vazba vápníku a hořčíku na jílové minerály a rostoucí nasycení sorpčního komplexu hliníkem vede k drastickým změnám ve stavu báze-kyseliny

v půdním roztoku a dochází postupně k absolutnímu nebo relativnímu nedostatku živin (Slodičák & Novák, 2005).

Analýzy ukázaly, že struktura půdy je nejdůležitějším faktorem ovlivňujícím průběh sukcese. Její vliv na druhové složení se zvyšuje s věkem sukcesního rostlinného společenstva (Lepš & kol., 2000).

3.5.4 Současný stav půd na murách

Následkem obrovské síly a rychlosti pohybu hlinitokamenitého proudu byla půda z většiny území odplavena; především v horních partiích mur je zcela obnažena matečná hornina bez přítomnosti půdních částic. V nižších polohách mury (akumulační oblast) se objevuje směs promíchaných půdních horizontů spolu s pískem, kamením a balvany, organickou hmotou a vyvrácenými kmeny. Ve středních polohách můžeme nalézt místa s akumulovanými ostrůvky splavené hmoty a suti, s větší či menší půdní vrstvou a naplavenými drny.

3.6 Inhibiční faktory ovlivňující sukcesi na dané lokalitě

Imise

Od konce 70. let je v Jizerských horách doloženo výrazné poškozování lesních porostů imisemi (Podrázský, 1999b). Jedním z hlavních důvodů je acidifikace a nutriční degradace půd způsobená dlouhodobou kumulovanou kyselou depozicí a depozicí eutrofizujících sloučenin dusíku (Mze, 2001 ex. Slodičák & Novák, 2005). Spad SO_2 dešťovými srážkami do půdy působí jako slabá kyselina, která postupně degraduje půdu, zvyšuje přirozenou kyselost půd a vyvolává vyluhování živin, především hořčíku a vápníku, a přispívá též k uvolňování iontů hliníku, který je pro kořeny dřevin toxický. Všechny lokality zbavené lesního porostu se vyznačují v našich zeměpisných šířkách v různé míře nepříznivými fyzikálními i biologickými podmínkami. Ve všech imisních oblastech dochází k zesílené acidifikaci půd, která probíhala již dlouho před odumřením porostu, a obnažení půdy ještě urychlí vymývání živin a mobilizaci toxicky působících iontů. Rostliny iniciálních stadií sukcese musejí věnovat značnou energii na vyrovnání nedostatku živin, toxického působení náhle mobilních prvků, konkurence nižších rostlin adaptovaných i na překonání klimatických extrémů holiny, snížených teplot, tlaku herbivorů atd. Takové energetické investice si semenáčky klimaxových dřevin dokáží sotva zajišťovat (Poleno & kol., 2007).

Dosavadní snížení emisí síry a dusíku není dostatečné. Současná úroveň kyselé depozice okolo 2,5 kmol H^+/ha/rok je stále několikanásobně vyšší než je neutralizační kapacita půd (cca 0,7 – 1,0 kmol H^+/ha/rok). Ohledem na nízký stupeň resilience lesních ekosystémů (včetně lesních půd) může docházet i při relativně nízkém působení stresových faktorů (např. klimatické výkyvy) k náhlým epizodám poškození lesních ekosystémů (Slodičák & Novák, 2005).

Člověk

Jelikož se vzniklé mury, snadno viditelné ze silnice i z projíždějícího auta, staly pro mnoho zvědavců "atrakcí", může být území dotčeno dodatečnou erozí lidským faktorem při pohybu po lokalitě (obrázek 10). Kamení spolu s půdou může být dále uvolňováno a posouváno dolů do akumulační zóny, což může zapříčinit další obnažování a odnos zachycených diaspor ve vyšších, extrémnějších podmínkách.

Obrázek 10: Narušení okraje botou (foto autor)

Sucho

Přestože se zdá nepravděpodobné, že by vegetace v nejvlhčí oblasti České republiky (viz 3.1 Klima na straně 24) mohla trpět suchem, opak může být pravdou. Geologický podklad tvořený zcela nepropustnou žulou není schopen zadržet sám ani sebemenší množství vody. Mělké vrstvy půdy na murách tvoří většinou jen výplň mezi balvanitou sutí a retenční schopnost těchto půd je vzhledem k jejich relativně malé mocnosti také patřičně malá (Lhotský, 1963). Z roku 2003 je mimo jiné na Smědavské hoře popsán negativní vliv chronického sucha projevující se deficitem ve výživě hořčíkem a tedy žloutnutím starších ročníků jehličí (Slodičák & Novák, 2005).

Disproporce mezi půdní a vzdušnou teplotou

Osluněním korun a zvýšením teplot vzduchu v předjaří při nízkých teplotách půdy, často ještě se sněhovou pokrývkou, dochází k vysychání jehličí, a to hlavně u *Picea abies* či *Betula sp*. K symptomům patří desikace jehličí (Slodičák & Novák, 2005). Stav, kdy jehličnany odumírají v důsledku zimního vysoušení lze považovat za formu

škody suchem. V tomto případě stromy ztrácí vodu během teplých, jasných dnů a nelze doplnit ztrátu, protože půda je zmrzlá (Harold & Hocker, 1979).

Mrazy

Především mladé lesní dřeviny mohou být poškozeny silnými mrazy zmrznutím nezdřevnatěných letorostů, a tím vznikem deformovaných korun. Nebezpečnější pro obnovu lesů v zájmovém území Jizerských hor jsou však pozdní mrazy. Vyskytují se zjara a mohou těžce poškodit nově vyrašené výhony lesních kultur, kde dochází k nekrózám plochy asimilačního aparátu (Slodičák & Novák, 2005).

Zvěř

Přirozená sukcese v Jizerských horách je zcela blokována působením tlaku zvěře (Podrázský, 1999b). Díky tomu dochází ke snižování odolnosti lesních ekosystémů a ohrožení trvalosti jak produkčních, tak mimoprodukčních funkcí lesa. Příčinou vysokých škod je nevhodné myslivecké hospodaření a neochota výrazně snížit stavy spárkaté zvěře. Škody na lese, náklady na ochranu lesa a ztráty na produkci a kvalitě jsou v současné době odhadovány na miliardy korun ročně. Újma na ekosystému, který je zvěří trvale destruován, je těžko vyčíslitelná. Nutno dodat, že poškození rostlin je normálním projevem příjmu potravy býložravé zvěře, je však důležité stanovit hranici její únosnosti, která je v zájmovém území překročena (Tuma, 2008).

Hlavními inhibičními faktory jsou: okus, ohryz a loupání. Následkem může být úplná likvidace přirozené obnovy, deformace kmínků, snížení přírůstku a vitality, infekce dřeva dřevokaznými houbami a celkové oslabení jedinců (Tuma, 2008)

4 METODIKA

Metodika je řazena hierarchicky dle postupu práce na projektu.

4.1 Určování, zaměření a zakreslení lokality

Pro výzkum byly zvoleny dvě největší murové dráhy na Smědavské hoře (viz Obrázek 26 v přílohách). Mura č. 1 je považována za jednu lokalitu, přestože pravděpodobně vznikla spojením dvou samostatných mur. Lokalitu mury č. 2 uvažujeme do prvního dosažení silnice hlavním ramenem, přestože její užší dráha ještě pokračuje. Ostatní mury či nátrže vzniklé na Smědavské hoře nejsou zahrnuty.

Zaměření lokalit bylo provedeno vlastním měřením a doplněno (ověřeno) převzetím dat uvedených v publikaci (Pilous, 2011b). Lokalizace dvou studovaných mur včetně jednotlivých TVP byla zpracována v prostředí programu ArcGIS 9.3 pomocí vektorizace na mapovém podkladu z mapového serveru geoportal.gov.cz. Mapové výstupy jsou obsahem přílohy 9.6 na straně 77.

4.2 Založení trvalých výzkumných ploch (TVP)

Na každé z mur byly založeny TVP v příčných pásech (transektech, viz obrázek 27 v přílohách). Jsou rozmístěny odspoda nahoru tak, aby zahrnovaly akumulační, tranzitní i odlučnou část mury. Vzájemná **vzdálenost** transektů od sebe činí přibližně 200 metrů. V některých případech je vzdálenost upravena pro lepší zachycení některých skutečností (např. široká plocha na styku dvou ramen). Vzájemná vzdálenost transektů se tedy může mírně lišit. Přesto nebude těžké TVP opětovně vyhledat, protože jsou v terénu viditelně označeny. Umístění transektů bylo označeno pomocí barevného pruhu na patě stromu (z důvodu případné těžby) při obou krajích mury či kamenech v místech průběhu pásu (obrázek 11). Od takto trvale označených stromů je poté možno kdykoliv natáhnout linii určující spodní hranu pásu. Od této hrany konečně můžeme směrem do svahu klást fytocenologické snímky.

Obrázek 11: Označení transektu v terénu (foto autor)

Velikost, tedy délka příčných pásů, se liší podle změn šířky mury v jejích částech, kde probíhalo pozorování. Šířka každého pásu činí 5m.

Obrázek 12: Pomůcky (foto autor)

Označení trvalé výzkumné plochy se odvíjí od jejího umístění. TVP je označena třemi symboly, kde první symbol označuje číslo mury, druhé písmeno značí transekt a poslední číslice udává pořadí fytocenologického snímku v rámci transektu. Transekty jsou číslovány zespoda nahoru, v rámci první mury 1A až 1F, v rámci druhé 2A až 2D. Použité pomůcky k označení a vytyčení plochy byly následovné: navíjecí pásmo, metr, označovací sprej, provaz a přenosný vytyčovací čtverec (obrázek 12).

4.3 Metodika fytocenologického snímku

Je žádoucí, aby snímky zachycovaly jak samotnou muru, tak i okrajový efekt v místech odtržení povrchu. Z takto koncipovaných snímků bude možno zjistit předpokládaný postup sukcese od krajů směrem do středu. U každého snímku bylo zapisováno datum pořízení, sklon, expozice, nadmořská výška, plocha snímku, popř. doplněno poznámkami.

Základní parametry fytocenologických snímků

Snímky byly umístěny těsně vedle sebe v předem určených pásech (transektech). Jejich klad je při pohledu zespoda nahoru vždy odprava doleva. Zvolená velikost fytocenologických snímků byla 5*5 m. V případě snímkování okrajových částí mury bylo přistoupeno ke změnám ve velikosti snímků dle plochy skutečně zaujímané krajem, ovšem vždy v šířce transektu, tzn. x*5m. Stejně tak mohly být menší snímky vnitřní, pokud nebylo možné zachovat velikost v požadovaném rozsahu. Snímky jsou číslovány při pohledu zespoda nahoru od leva doprava, např. 1A1 až 1A5 (obrázek 26 v přílohách).

Snímky byly vytyčovány pomocí přenosného provazového čtverce, který bylo možno uchytit v zemi pomocí kolíků (obrázek 13). Okrajové snímky byly vytyčeny za pomoci pásma a metrové lati.

Obrázek 13: Vytyčení fytocenologického snímku (foto autor)

Sklon se liší jak mezi různými transekty, tak v jejich rámci. V rámci jednoho fytocenologického snímku je však stejný. Na okrajových snímcích je vždy větší, jelikož se nachází na prudkém odtrhu svahu.

Určení pokryvnosti

Hlavním smyslem zakládání fytocenologických snímků bylo zjištění pokryvnosti jednotlivých druhů rostlin na murové lokalitě.

Pokryvnost byla odhadována a třízena do stupnice podle **Braun-Blanqueta**:

r – 1 až 2 jedinci s nepatrnou pokryvnosti (0,02 %)

\+ – pokryvnost pod 1 % plochy (0,1 %)

1 – pokryvnost 1 až 5 % plochy (2,5 %)

2m – pokryvnost kolem 5 % plochy (5 %)

2a – pokryvnost 5 až 15 % plochy (8,75 %)

2b – pokryvnost 15 až 25 % plochy (18,75 %)

3 – pokryvnost 25 až 50 % plochy (37,5 %)

4 – pokryvnost 50 až 75 % plochy (62,5 %)

5 – pokryvnost 75 až 100 % plochy (87,5 %)

Pokryvnost druhů byla rozdělena v rámci jednotlivých pater zaujímaných vegetací podle vertikální různorodosti vegetace popsané dále. Například buk tak mohl mít pokryvnost 2b v patře E3 a 2m v patře E1.

Patrovitost vegetace

E3 - stromové patro (nad 3 metry)

E2 - keřové patro (1 až 3 metry)

E1 - bylinné patro (do 1 metru)

E0 - mechorosty a lišejníky

4.4 Určení půdního typu

Za předpokladu výskytu shodných půdních typů v centru mury, na jejích okrajích a v přilehlých porostech nebylo pro potřeby určení půdního typu zapotřebí vykopávání půdních sond, plně postačilo ohledání okrajů sesuvu, kde byly horizonty viditelně odkryty. Dle dostupné literatury podrobně popisující půdní typy v jednotlivých oblastech Jizerských hor byly typy popsány a v terénu porovnán a ověřen jejich skutečný výskyt.

4.5 Určení vegetace

Vegetace byla určena dle následujících publikaci a konzultována s Ing. Karlem Boublíkem, doc. RNDr. Janou Kocourkovou, CSc. a Ing. Lucií Zemanovou.

Mechorosty, lišejníky a kapraďorosty byly určeny dle:

KUČERA, J., VÁŇA, J., 2005: *Seznam a červený seznam mechorostů České republiky (2005)*. Příroda 23: 1 – 104.

LIŠKA, J., PALICE, Z., SLAVÍKOVÁ, Š., 2008: *Checklist and Red List of lichens of the Czech Republic*. Preslia 80: 151 – 182.

KREMER, B., MUHLE, H., 1998: *Lišejníky, mechorosty, kapraďorosty*. Ikar, Praha, 288 s.

Byliny a dřeviny byly určeny dle:

KUBÁT, K. [ed.], 2010: *Klíč ke květeně České republiky*. Academia, Praha, 928 s.

4.6 Zpracování dat

Sebraná data z fytocenologických snímků byla utříděna a uspořádána do tabulek (viz příloha 9.5 na straně 67). Ke každému nalezenému druhu kromě mechorostů a lišejníku, pro které nebyly informace nalezeny, byla přiřazena strategie růstu dle publikace (Križo & kol., 1996), v tabulce 1 na straně 41.

Za účelem ověření hypotéz a provedení porovnání byla data vhodně seřazena a vyjádřena číselně. Pomocí statistického programu *R*: *A language and environment for statistical computing* byly testovány zvolené hypotézy a prováděna porovnání. Použita byla analýza rozptylu, lineární regrese a mnohonásobné porovnání (Tukeyovou metodou). Pomocí analýzy rozptylu a následného mnohonásobného porovnání byla ověřována hypotéza o postupu sukcese směrem od krajů ke středu mury, a dále porovnání pokryvnosti vegetace v odlučné, tranzitní a akumulační zóně mur. Vyjádřeny

byly i rozdíly v druhovém zastoupení v rámci těchto zón. Z hlediska rozdělení druhů podle jejich strategie růstu bylo opět analýzou rozptylu a mnohonásobným porovnáním testováno, zda se liší pokryvnost jednotlivých strategií v rámci kategorií vzdálenosti snímků od okraje. Pomocí lineární regrese byla ověřována závislost pokryvnosti na nadmořské výšce. Zahrnuta byla pouze patra E0 a E1. Pokryvnost ostatních pater (z hlediska sledování postupné sukcese) nebylo vhodné kvůli zkreslení výsledků do testování zařadit.

Tabulka 1: Strategie růstu

druh	strategie	druh	strategie
Acer pseudoplatanus	c	Luzula pilosa	csr
Athyrium filix-femina	cs	Maianthemum bifolium	s
Avenella flexuosa	cs	Oxalis acetosella	csr
Betula pubescens	cs	Phegopteris connectilis	c
Blechnum spicant	cs	Picea abies	c
Calamagrotis villosa	c	Prenanthes purpurea	cs
Dryopteris carthusiana	cs	Rubus idaeus	c
Dryopteris dilatata	cs	Salix caprea	cs
Dryopteris filix-mas	cs	Senecio ovatus	c
Epilobium angustifolium	c	Sorbus aucuparia	c
Epilobium montanum	cs	Stachys sylvatica	cs
Fagus sylvatica	c	Trientalis europaea	s
Galium odoratum	s	Tussilago farfara	csr
Homogyne alpina	csr	Vaccinium myrtillus	cs

Vysvětlivky:
c - konkurenční stratég,
s - stres snášející stratég,
r - ruderální stratég,
cs - stres snášející konkurenční stratég,
cr - konkurenční ruderál,
csr - dle podmínek stanoviště volí roli konkurenta, ruderála nebo stres snášejícího druhu

Pro umožnění srovnání převažujících strategií a vyhodnocení závislosti jejich výskytu v rámci mur byla zjištěná pokryvnost druhů přepočítána na pokryvnost jednotlivých stratégů v rámci snímků. Pro odlišení vzdáleností snímků od okrajů murové dráhy byly snímky rozlišeny do 3 kategorií: okraj, 1 a 2 (viz příloha 9.4 na straně 65).

- Kategorie **okraj** značí okrajový snímek, zachycující část nepoškozené vegetace a část již narušeného kraje dráhy.
- Kategorie **1** značí ty snímky, které těsně navazují na kategorii okraj.
- Kategorie **2** značí snímky navazující na kategorii 1, jejich umístění zahrnuje střed murové dráhy.

Různá plocha snímků byla zohledněna přepočtem dle váhy a průměrné plošné i procentuální rozdělení jednotlivých strategií dle výskytu v různých kategoriích vzdálenosti od okraje, stejně jako rozdělení strategií v rámci konkrétních kategorií lze nalézt v příloze 9.4 na straně 65).

Transekty byly pro datové zpracování rozděleny podle toho, zda se nachází v odlučné, tranzitní či akumulační zóně mury. V odlučné části se nachází 1F a 2D. V tranzitní zóně se nachází snímky 1B, 1C, 1E, 2A, 2C (2A nemůže být považováno za akumulační zónu, jelikož akumulace se zastavila na silnici a byla odvezena). Transekty 1A, 1D a 2B spadají do akumulační zóny, jelikož některé akumulace se zastavily v průběhu dráhy. Pokryvnost druhů v jednotlivých zónách byla vyjádřena graficky a porovnána (viz obrázek 20 na straně 48). Okrajové snímky byly z analýzy vyřazeny kvůli zkreslení požadovaných výsledků, uvažujeme tedy jen kategorie vzdálenosti od okraje 1 a 2.

5 VÝSLEDKY

Celkem bylo zpracováno 51 fytocenologických snímků na 10 transektech (6 na první muře, 4 na druhé muře). Celková plocha snímků činí 1030 m^2. Nalezeno bylo celkem 52 druhů rostlin, z toho 16 druhů mechorostů a 6 druhů lišejníků (viz příloha 9.1 na straně 61). Mezi nejvýznamnější druhy patří např. *Calamagrostis villosa*, *Avenella flexuosa, Polytrichastrum formosum.*

Porovnání pokryvnosti v závislosti na vzdálenosti snímků od okrajů mury

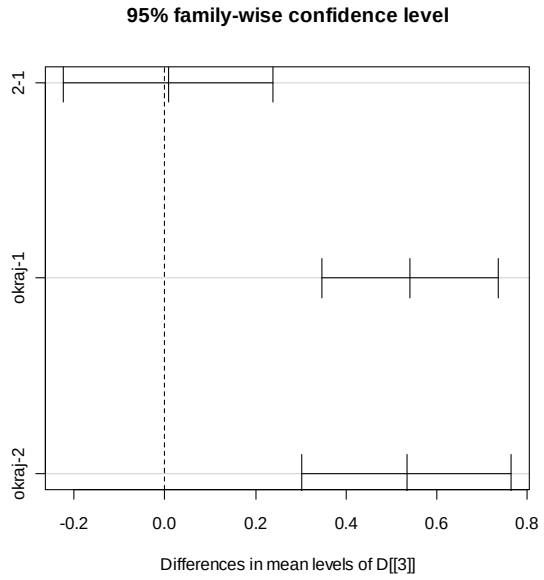
Analýza rozptylu

Tabulka 2: Analýza rozptylu

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
kategorie	2	183.4	91.680	25.570	**$1.002e^{-11}$**
Residuals	2649	9498.0	3.586		

Mezi pokryvností na okrajových snímcích a snímcích v rámci murových drah je statisticky významný rozdíl.

Mnohonásobné porovnání



Obrázek 14: Mnohonásobné porovnání vzdáleností

Z grafu vyplývá vyšší pokryvnost na okrajových snímcích oproti snímkům kategorie 1 i 2. Rozdíl v pokryvnostech mezi snímky kategorie 1 a 2 nebyl nalezen.

Porovnání pokryvností strategií v rámci vzdálenosti snímků od okrajů

Na lokalitě byly nalezeny druhy rostlin čtyř různých strategií: C, CS, S a CSR (v tabulce 1 na straně 41).

Analýza rozptylu

Tabulka 3: Analýza rozptylu strategií

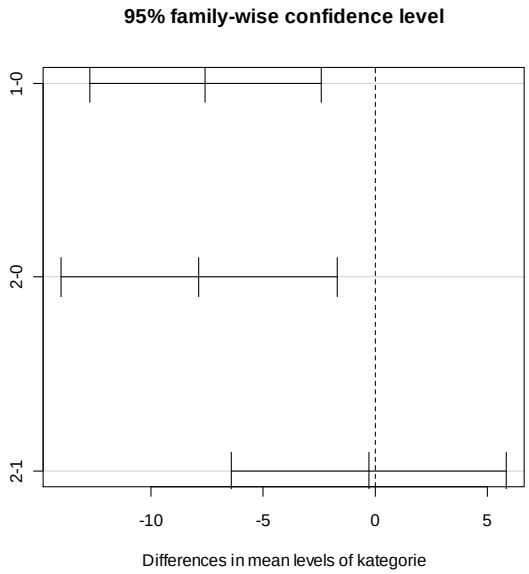
C-stratégové	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
kategorie	2	719.75	359.88	7.8495	**0.001124**
Residuals	48	2200.66	45.85		
S-stratégové	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
kategorie	2	4.074	2.03722	2.364	**0.1049**
Residuals	48	41.365	0.86177		
CS-stratégové	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
kategorie	2	374.33	187.166	12.056	**5.721e-05**
Residuals	48	745.17	15.524		
CSR-stratégové	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
kategorie	2	3.2433	1.62167	3.9821	**0.02511**
Residuals	48	19.5473	0.40723		

Z tabulky číslo 3 vyplývá, že **C-stratégové** se svou pokryvností v různých vzdálenostech od okraje průkazně velmi **liší**. **S-stratégové** se svou pokryvností v různých vzdálenostech od okraje **neliší**. **CS-stratégové** se svou pokryvností v různých vzdálenostech od okraje velmi významně **liší**. **CSR-stratégové** se svou pokryvností v různých vzdálenostech od okraje průkazně **liší**.

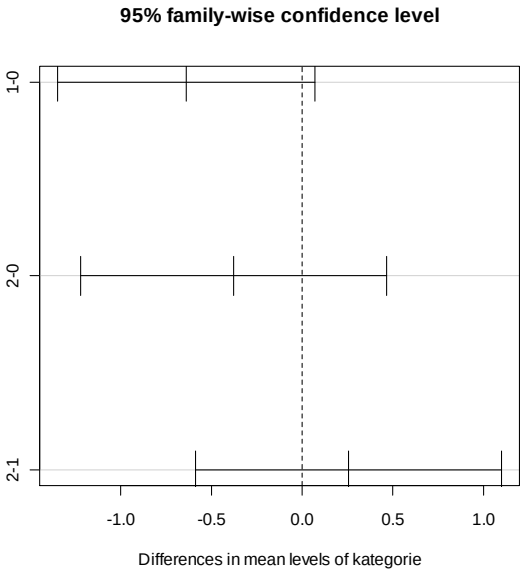
Mnohonásobné porovnání

C-stratégové

Na okrajích je pokryvnost C-stratégů prokazatelně vyšší než na snímcích kategorie 1 i 2. V pokryvnosti C-stratégů na kategoriích snímků 1 a 2 není významný rozdíl.



Obrázek 16: Mnohonásobné porovnání pro C-strategii



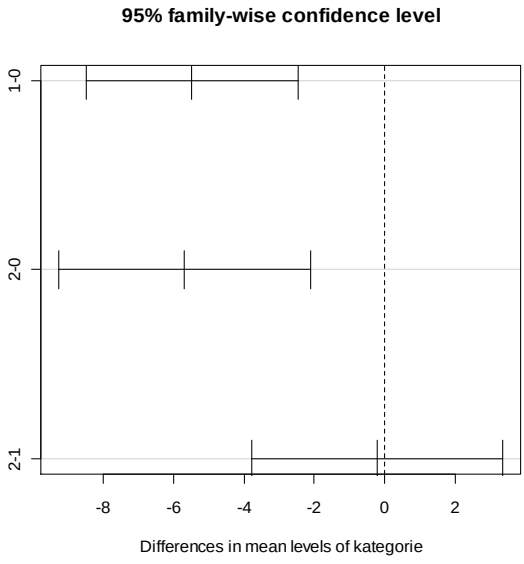
Obrázek 17: Mnohonásobné porovnání pro S-strategii

S-stratégové

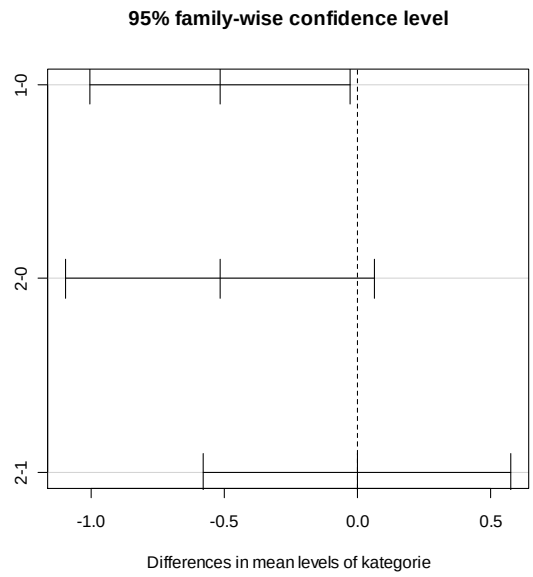
Jelikož všechny možnosti obsahují číslo 0, není detekován významný rozdíl mezi pokryvnostmi.

CS-stratégové

Na okrajích je pokryvnost CS-stratégů prokazatelně vyšší než na snímcích kategorie 1 i 2. V pokryvnosti CS-stratégů na kategoriích snímků 1 a 2 není významný rozdíl.



Obrázek 15: Mnohonásobné porovnání pro CS-strategii



Obrázek 18: Mnohonásobné porovnání pro CSR-strategii

CSR-stratégové

Pokryvnost CSR-stratégů na okrajích je větší než u kategorie snímků 1. U kategorie snímků 2 již nelze statisticky potvrdit rozdílnou pokryvnost oproti okrajům, nicméně výsledek je těsný a při uvažování vlivu náhody můžeme předpokládat, že i zde je pokryvnost nižší než na okrajích. V pokryvnosti CSR-stratégů na kategoriích snímků 1 a 2 není významný rozdíl.

Pro numerické vyjádření rozdílů v pokryvnostech v rámci strategií byly sestaveny následující tabulky (tabulka 4, tabulka 5 a tabulka 6):

Tabulka 4: Průměrná pokryvnost druhů s určitou strategií růstu

strategie	**c**	**s**	**cs**	**csr**
okraj	9,23	0,89	6,82	0,58
1	0,86	0,28	0,44	0,29
2	0,41	0,04	0,07	0,01
1+2	0,69	0,19	0,31	0,19

Tabulka 5: Zastoupení strategie v závislosti na vzdálenosti od okraje

strategie	**c**	**s**	**cs**	**csr**
okraj	88 %	73 %	93 %	66 %
1	8 %	23 %	6 %	33 %
2	4 %	3 %	1 %	1 %
kontrola	100 %	100 %	100 %	100 %

Tabulka 6: Zastoupení strategií růstu v jednotlivých kategoriích okrajů

strategie	**c**	**s**	**cs**	**csr**	kontrola
okraj	53 %	5 %	39 %	3 %	100 %
1	46 %	15 %	24 %	15 %	100 %
2	77 %	7 %	14 %	1 %	100 %
1+2	50 %	14 %	22 %	13 %	100 %

Výsledky: Pokryvnost všech strategií je nejvyšší v okrajových snímcích, nižší na snímcích kategorie 1 a nejnižší na snímcích kategorie 2. Celkově nejvíce zastoupenými strategiemi na lokalitě je C-strategie a CS-strategie.

C-strategie je v porovnání s ostatními strategiemi ve všech kategoriích vzdálenosti snímků od okrajů zastoupena nejvíce. Nejvyššího procenta zastoupení v rámci své strategie dosahuje na snímcích kategorie 2. **S-strategie** se má nejvyšší procentuální zastoupení na snímcích kategorie 1. **CS-strategie** má nejvyšší procentuální zastoupení na okrajových snímcích. **CSR-strategie** má podobně jako S-strategie nejvyšší procentuální zastoupení na snímcích kategorie 1.

Porovnání pokryvnosti v závislosti na nadmořské výšce

Lineární regrese

Tabulka 7: Lineární regrese

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)
Intercept	-0.1350325	0.4668227	-0.289	**0.772**
D$NV	0.0006965	0.0005879	1.185	**0.236**

V závislosti nadmořské výšky a pokryvnosti nebyl identifikován žádný významný trend.

Porovnání odlučných, tranzitních a akumulačních zón murových drah

Analýza rozptylu

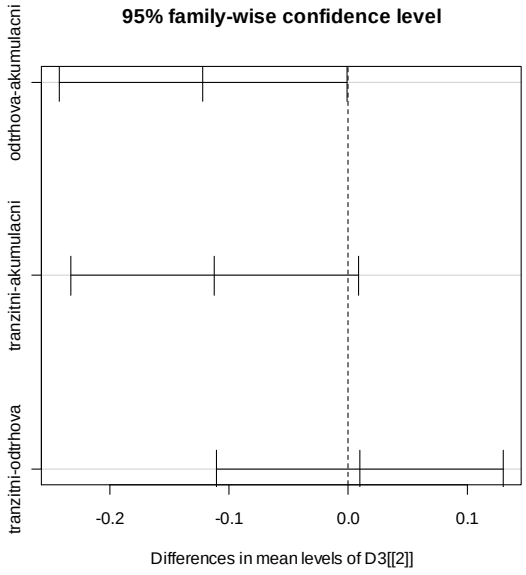
Tabulka 8: Analýza rozptylu zón

	Df	Sum Sq value	Mean Sq	F	**Pr(>F)**
D3[[2]]	2	0.3203	0.160128	3.5764	**0.03154**
Residuals	102	4.5669	0.044773		

Pokryvnost se v jednotlivých zónách liší. Dosažená hladina signifikance se ale poměrně hodně blíží stanovené hladině.

Mnohonásobné porovnání

Porovnání sice ukazuje rozdíl mezi odlučnou a akumulační zónou, nicméně pravděpodobnost omylu se velmi blíží stanovené hladině 5 % a jeví se tak vhodné nepovažovat jednotlivé zóny za odlišné.



Obrázek 19: Mnohonásobné porovnání zón mury

Porovnání druhového složení v rámci murových zón

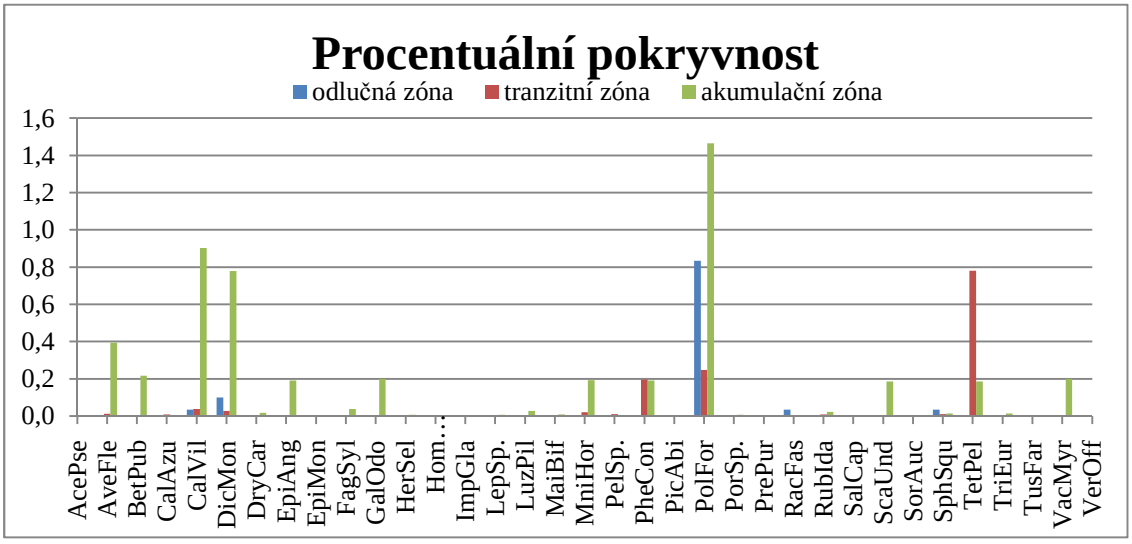
Pro porovnání druhového složení v rámci murových zón slouží obrázek 20. Podrobnější grafy lze nalézt v příloze 9.3 na straně 64.

V odlučné zóně (snímky 1F, 2D) můžeme nalézt převážně společenstva mechorostů, např. *Polytrichastrum formosum, Dicranum montanum*. Výjimečně zde nalezneme trsy *Calamagrostis villosa*.

V tranzitní zóně (transekty 1B, 1C,1E, 2A, 2C) převažují opět mechorosty, ale v menší míře (*Calypogeia azurea, Pellia sp.*). Dále kapradina *Phegopteris connectilis* a v malém zastoupení se objevují i např. *Luzula pilosa, Tussilago farfara* a dřeviny *Rubus idaeus a Acer pseudoplatanus*.

V akumulační zóně (transekty 1A, 1D, 2B) mají mechorosty nejvyšší pokryvnost ze všech zón, stejně jako *Calamagrostis villosa*. Je zde nejvyšší druhová diverzita, např. *Veronica officinalis, Herzogiella seligeri, Fagus sylvatica, Dryopteris carthusiana, Lepraria sp*.

Celkově nejvyšší pokryvnost má v patře E0 *Polytrichastrum formosum*, v patře E1 *Calamagrostis villosa* a z dřevin *Betula pubescens*.



Obrázek 20: Vyjádření procentuální pokryvnosti druhů v jednotlivých zónách murových drah

6 DISKUZE

MURY

Pokud se blíže podíváme na uspořádání Smědavské hory, zjistíme, že po celém obvodu hory nedaleko jejího vrcholu vede lesní cesta (třída 2L) kopírující vrstevnici. Cesta je opatřena vždy po 100 – 200 metrech odvodňovacími propustmi a tvoří tak nepřirozenou hráz pro stékající vodu. Zajímavé, avšak zároveň pochopitelné je, že všechny murové dráhy vznikly právě přesně pod těmito propustmi. Při silném přívalovém dešti se všechna voda stékající od vrcholu hory soustřeďovala do zmíněných propustí a ve smyslu rovnice kontinuity se její proudění v odvodňovacích trubkách zrychlovalo. Její erozní působení se tak stalo na několika místech pro prudký svah neúnosným, přestože byl zajišťován ochranným lesem.

Co se týče úvah o působení a následcích dodatečné eroze, která by mohla být způsobena stékající vodou, Pilous (2011b) tvrdí, že i přesto, že zde v omezené míře došlo ke vzniku erozních rýh činností "dotékající" vody, nehrozí zde rozvoj následné plošné, stružkové či dokonce stržové eroze. Mury podle zkušeností ze sousedních Krkonoš pozvolna samy zarůstají, a to bez jakýchkoliv umělých protierozních a rekultivačních zásahů. Jako nebezpečné přesto vidím možné opakování příčinné události vzniku mur, tedy intenzivní srážkové činnosti s kumulací vody vlivem propustí opět do murových drah.

PŮDA

V současném stádiu sukcese na murách je třeba si především uvědomit celkovou extremitu lokality. Sesuté svahy představují velmi heterogenní substráty s množstvím půdy a rostlin střídající oblasti s téměř sterilním podložím a oblasti ukládání neuspořádané organické hmoty a minerální půdy shora. Tato mozaika materiálů může vést k různým modelům vývoje půdy a rostlinné sukcese. V místech, kde se zachovala stabilní lesní půda, je navrácení do předchozího stavu o řád rychlejší než na odkryté minerální půdě (Walker & del Moral, 2003). Na některých místech, kde se půdní pokryv nevyskytuje vůbec, musí nejprve následovat pedogeneze s postupným nástupem vegetace, půda je zde však výrazně degenerována vymýváním živin následkem imisního spadu, uchycování rostlin a dřevin je navíc ztíženo introskeletovým propadáním. Podle Šacha (1999) jsou introskeletovou erozí ohroženy nejvíce kamenité půdy typu rankeru a rankerových subtypů podzolu, kryptopodzolu a kambizemí; z geologického hlediska považuje za nejnáchylnější žulové lokality, což přesně

vystihuje půdní podmínky na murové lokalitě. To může vést k propadání půdních nánosů do kamenitých meziprostorů a ztrátě půdní vrstvy vhodné pro osídlení vegetací a celkově zpomalovat sukcesi.

SUKCESE

Walker & del Moral, (2003) uvádí, že je řada příkladů dějů v ekosystému, které lze jen těžko zařadit do primární nebo sekundární sukcese. Sekundární sukcese na živinami chudých substrátech se může podobat primární sukcesi na úrodných substrátech (Gleeson & Tilman, 1990 ex. Walker & del Moral, 2003). Mezi tyto případy patří i sledovaná sukcese na murách.

Svahové sesuvy spolu s následnou pedogenezí jsou obvykle uváděny jako příklady pro nástup primární sukcese, kdy se předpokládá razantní změna stanoviště spolu s odstraněním veškeré vegetace a narušením půdního pokryvu. Nemůžeme ale toto místo srovnávat např. s plochami po ústupu ledovce, kde je následovná sukcese bezpochyby primární, jelikož zde předtím nikdy nic nerostlo. I když jsou na murách místa, která byla půdního pokryvu zcela zbavena, stále zde zůstává dostatek, i když znehodnoceného, substrátu obsahujícího diaspory, nehledě na relativně malé rozměry mur z hlediska dostupnosti diaspor z bezprostředního okolí. Vzhledem k tomuto byla sukcese na murách celkově pojata jako sekundární.

Interpretace výsledků

Z hlediska míry pokryvnosti v jednotlivých kategoriích vzdálenosti snímků od okraje se nepotvrdil předpoklad o postupu sukcese směrem od okrajů mury k jejímu středu. Kromě okrajů se sukcesní vývoj po celé šířce murových drah jeví jednotně. Důvodem jsou nejspíše poměrně malé rozměry mur, kdy jejich střední část není výrazně limitována dostupností semen z okrajového porostu, a pro celou plochu jsou tak podmínky dostupnosti diaspor obdobné.

Předpokladem bylo, že se na narušené, nově uvolněné ploše objeví hlavně pionýrské druhy (R-stratégové). Výsledky průzkumu však nezahrnují ani jeden druh typický svým pionýrským chováním, kromě druhů *Betula pubescens* a *Sorbus aucuparia*, u kterých se domnívám, že i když jsou označeny jako C-stratégové, jejich strategie je ve vztahu k ostatním dřevinám pionýrská. Semenáčky těchto dvou druhů se na murách vyskytují v poměrně hojném počtu, i když jsou v okolním porostu zastoupeny jen minimálně. Důvodem tohoto jevu je podle Slavíkové (1986) půdní zásoba semen, které se v průběhu času stále hromadí v povrchové vrstvě a jsou tak

zdrojem, ze kterého rychle vyrostou noví jedinci nových druhů, jestliže se změní podmínky stanoviště. Tím je možno vysvětlit rychlé rozšíření hned během první vegetační sezóny. Dalším důvodem absence R-stratégů může být také jejich nízká tolerance stresu, který je na lokalitě značný (nedostatek živin, klimatické podmínky).

Nejvíce zastoupenou strategií růstu na murových drahách je konkurenční C-strategie, dále také CS-strategie. Tento jev může být vysvětlen především půdní zásobou diaspor všech konkurentů dominujících v okolním porostu, kde se R-stratégové již příliš nevyskytují. Tyto diaspory jsou schopny se zde uchytit lépe a rychleji než R-stratégové, jejichž semena by sem musela být přenesena z větší vzdálenosti a z nižších poloh. Dalšími zastoupenými strategiemi je zde S- a CSR-strategie. Je patrné, že téměř všechny vyskytující se strategie vykazují snášenlivost stresu, což je pro přežití v těchto nepříznivých podmínkách žádoucí.

Při testování závislosti pokryvnosti strategií na vzdálenosti od okrajů bylo prokázáno, že pokryvnost téměř všech strategií je vždy největší na okrajích. Rozdíl v pokryvnostech strategií na snímcích kategorie 1 a 2 nebyl statisticky prokázán. Pouze u S-strategie se rozdíl v pokryvnostech neprokázal v rámci žádné z kategorií. V tabulce 6: Zastoupení strategií růstu v jednotlivých kategoriích okrajů na straně 46 však můžeme určité rozdíly pozorovat, i když je nelze ověřit statisticky. S- a CSR-stratégové vykazují větší uplatnění v kategorii vzdálenosti 1 než na okraji. To odpovídá jejich stres snášejícím vlastnostem, kdy je pro ně výhodnější ustoupit konkurentům, byť do náročnějších podmínek. C-stratégové se, zdá se, uplatňují nejvíce v kategorii okraje 2. To je ovšem zapříčiněno velmi nízkým počtem druhů v dané kategorii s nízkou pokryvnosti hodnocených rostlin. Především se zde uplatňují lišejníky a mechorosty nehodnocené v rámci strategií.

V odlučné zóně můžeme podle okrajů zjistit, že již před sesuvem zde byla jen velmi slabá humusová vrstva, bez vzrostlých stromů, hojně porostlá travinami. Podle grafů v příloze 9.3 na straně 64 se zde nyní vyskytují pouze společenstva patra E0 (uvažujeme snímky kategorie 1 a 2, tedy z vnitřní části mury), která jsou jako jediná schopná osídlit strmý hladký žulový plášť. Výjimečně zde nalezneme trsy *Calamagrostis villosa* v prohlubeninách se zachycenými zbytky půdy. V tranzitní zóně, kde je pokryvnost mechorostů nižší než v odlučné zóně, se objevují na zbytcích půdního pokryvu i rostliny E1 včetně semenáčků dřevin. Akumulační zóna je druhově

nejbohatší, a to díky existenci akumulací a drnů, na kterých se zachovaly a přežívají zbytky původní vegetace, a kde je příznivější prostředí pro uchycení dalších druhů.

Porovnání s obdobnými studiemi

Poleno & kol., (2007) uvádějí, že na narušených lesních plochách se v našich podmínkách zpravidla jako první objevují některé jednoleté starčky *(Senecio sp.)*, které však již druhým rokem ustupují souvislým porostům nachově kvetoucí vrbky úzkolisté *(Epi1obium angustifolium)*, která se šíří stejně rychle. Avšak i její nadvláda je pouze přechodná, neboť se dostavují stále nové druhy (*Rubus sp.*, *Salix caprea*), které se sice již tak rychle nešíří, zato jsou však lépe vyzbrojeny k soutěži. Výskyt obou druhů byl na murové lokalitě také pozorován, *Senecio sp*. bylo skutečně nalezeno výrazně méně než *Epi1obium angustifolium*.

Lepš & kol. (2000) prováděli po dobu šesti let studii na lokalitách v Krušných horách, kde byl uměle odstraněn svrchní humusový horizont za účelem ozdravení stanoviště sejmutím imisním spadem nejvíce degradovaného horizontu. Tato situace poskytla ojedinělou možnost sledovat sukcesi na minerálním horizontu, který vznikl ze zvětralé žuly, tedy v podobných podmínkách jako bude probíhat sukcese na murové lokalitě. Autoři uvádějí, že nástup a přežití mnoha druhů byly potlačeny vysokým pokryvem konkurenčními *Calamagrostis villosa* a *Avenella flexuosa*, jejichž konkurenční schopnost oproti ostatním mladým rostlinám je velmi silná. Stejně tak mluví o nadvládě *Calamagrostis villosa*, *Avenella flexuosa* či ostřice (*Carex sp*.) Poleno & kol. (2007), který zmiňuje nepříznivý vliv jejich vegetativního množení a vytváření neproniknutelného drnu na další vegetaci a jejich konkurenčně strategickou nenáročnost na živiny. Dále uvádí, že paseková vegetace po rozpadu původního porostu využívá rychlého uvolňování dusíku a po několika letech, kdy mobilizace dusíku končí, právě dojde k ústupu na živiny náročnějších druhů, které postupně nahradí druhy méně náročné, zejména tedy trávy. Na murové lokalitě mají zmiňované traviny *Calamagrostis villosa* a *Avenella flexuosa* nejvyšší pokryvnost. Přestože je zde sukcese zatím ve velmi rané fázi a výrazné koberce těchto druhů pokrývající velké plochy zde zatím nenajdeme, můžeme předpokládat jejich výraznější nárůst v dalších letech.

Studie Lepše & kol. (2000) ukázala, že metoda odstranění svrchního půdního horizontu byla úspěšná jen zřídka pro obnovu stromů. Uchycené semenáčky *Betula sp.*, *Salix sp*. i *Picea sp*. vykazovaly extrémně pomalý růst. Ostatní semenáčky např. *Sorbus*

sp. nepřežily více než 1 rok. Přestože je nyní na murách semenáčků uvedených druhů hojně, jejich další vývoj může znemožnit jak konkurence travinných společenstev, tak v budoucnu i pro stromy nepříznivý charakter lokality, kde nízká hloubka půdy a hromady kamení, suti a akumulací s velkými meziprostory neumožní kvalitní zakořenění.

Během studie Lepš & kol. (2000) uvádí nález jen velmi mála druhů rostoucích pod hustým travním porostem. Toto by mohlo být způsobeno těžko rozložitelným drnem, kterého třtina tvoří velké množství (Pyšek, 1991 ex. Lepš & kol., 2000). Rozšíření konkurenčních graminoidů by tak mohlo v následujících letech zapříčinit stagnaci rozšiřování druhové diverzity na lokalitě, či ji zcela potlačit.

Druhové složení je v raných fázích sukcese ovlivněno především dostupností semen. Vztah druhového složení a nejdůležitějšího environmentálního faktoru – půdní struktury, je v prvních letech nevýznamný, ale jeho význam se sukcesním věkem roste. Výsledný pohled na sukcesní dynamiku směřuje od původního společenství stres snášejících ruderálů a odlišuje se do pozdější dominance konkurenčních stratégů v méně stresových prostředích (Lepš & kol., 2000). Rychlý nástup poměrně mnoha druhů v prvním roce po svahovém pohybu na Smědavské hoře není zatím tolik omezen špatnými půdními podmínkami na lokalitě, jelikož i v méně příznivých místech, kde však zůstal částečný půdní pokryv, se semenům podařilo úspěšně vyklíčit. Otázkou zůstává, jak bude vegetace reagovat na nedostatek půdy a živin v dalších letech, kdy se bude stávat na půdní struktuře stále více závislou.

V letech 1999 až 2003 dokumentovali Kociánová & kol. (2003) účinky základových lavin s příměsí organické hmoty a kamení na změny reliéfu a vegetačního krytu v jednotlivých zónách lavinových drah v Úpské rokli v Krkonoších. Přestože jde o lavinu sněhovou, nikoli zemní, jsou jejich pozorování vhodná k porovnání, jelikož v obou případech došlo k přemisťování svahovin, dále i z hlediska podobných klimatických a geologických charakteristik oblasti. V odlučné oblasti autoři hovoří stejně jako v našem případě o dominanci *Calamagrostis villosa* a *Avenella flexuosa.* Podle autorů obnažená plocha směřuje k postupnému zarůstání s dominancí *Avenella flexuosa* a *Calamagrostis villosa* s přimísenou *Vaccinium myrtillus* a brusnicí brusinkou (*V. vitis-idaea L.).* V tranzitní zóně došlo během výzkumu k dalšímu narušení, přesto se dá vyvodit, že v této zóně došlo ke změnám druhového složení a k několikanásobnému zvětšení celkové pokryvnosti. Zóna má více narušený

zvětralinový plášť než v odlučné zóně, tyto plochy obsahují více nepravidelně rozmístěného půdního materiálu a zarůstají především travinami a semenáčky dřevin. Akumulační zóna se jeví zajímavější. Podle autorů výzkumu (Kociánová & kol., 2003) se na mnohých drnech přinesených do akumulačních zón z tranzitní část zachovaly zbytky původní vegetace, které dále přežívaly, ovšem krátkodobě. Po dvou, třech letech získávají převahu druhy, které se na drnech objevily jako semenáčky. Také postupem času dochází k rozpadání a rozdrobování drnů. Současná poměrně vysoká diverzita druhů v akumulační části zdejších mur tak může být v dalších letech snížena díky vymizení původně přeživších druhů.

7 ZÁVĚR

Zmapování murových drah pomocí fytocenologických snímků umožnilo identifikovat druhové složení vegetace a pokryvnost jednotlivých druhů. Díky porovnání závislostí a trendů v rámci rozdělení lokality do příčných a podélných kategorií podle vzdálenosti od okraje a jednotlivých murových zón bylo možno ve srovnání s obdobnými studiemi analyzovat současné a budoucí trendy v postupu sukcese a vývoji murového společenstva. Dále byly popsány inhibiční faktory ovlivňující dané území a základní údaje o půdě včetně zhodnocení průběhu předpokládané pedogeneze. Výzkumné plochy byly trvale označeny pro možné znovunalezení a využití k dalšímu pozorování.

Nástup sukcese na místě silně poznamenaném disturbancí, spojený na murových drahách dokonce i s místy úplným obnažením zvětralinového pláště, byl téměř okamžitý. Vegetace dokázala uvolněné nové plochy velmi rychle kolonizovat, především díky blízkému zdroji diaspor snadno roznášených větrem či zbytků vegetativních orgánů v půdě. Vzhledem k míře extrémního poškození lokality lze ale po prvotním rychlém nástupu vegetace předpokládat stagnaci a zarůstání pouze travinným pokryvem, v případě obnaženého pláště pouze mechorosty a lišejníky. Navalené akumulace kamení a balvanů pravděpodobně znemožní kompletní zarůstání a po mnoho generací zde nejspíše budou patrné suťové ostrůvky.

Dnešní ekologové využívají zkušenosti z primární sukcese v mnoha ohledech (např. k vytvoření nových stanovišť a rehabilitaci těžené půdy a pastvin). Efektivní manipulace s naším životním prostředím vedoucí ke zlepšení úrodnosti, produktivity nebo rozmanitosti a schopnost zmírnit nežádoucí okolnosti, vše jasně závisí na naší schopnosti porozumět sukcesi. Exponenciální zvyšování početnosti lidstva a klesající dostupnost zdrojů představuje naléhavou nutnost hledání účinnějšího využívání zdrojů a potřebu rehabilitace stanovišť (Walker & del Moral, 2003). Je proto důležité pokračovat v trendu podrobného dlouhodobého výzkumu stanovišť a rozšiřovat tak vědomosti potřebné pro zachování rozmanitého života na Zemi.

8 POUŽITÁ LITERATURA

BEGON, M., HARPER, J. L. & TOWNSEND, C. R., 1997: *Ekologie – jedinci, populace a Společenstva*. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc, 628 s. (Begon & kol., 1997)

ČHMÚ, 2010: *Vyhodnocení povodní v srpnu 2010. Souhrnná zpráva*. Český hydrometeorologický ústav, Praha, 131 s.

ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA KIDS, 2006 [online]: © 2012 [cit. 2012-04-14]. Dostupné z: http://kids.britannica.com

FALINSKI, J. B., 1995: *Les espèces pionnières ligneuses et leur rôle dans la régénération et dans la succession secondaire.* L'Université de Varsovie, Pologne, 29s.

GÁBA, Z., 1992: *Mury pod Keprníkem v červenci 1991*. Severní Morava:Vlastivědný sborník 64: 43 – 50.

GLEESON, S. K., TILMAN, D., (1990): *Allocation and the transient dynamics of succession on poor soils*. Ecology, 71: 1144–55.

GRIME, J. P., 1979: *Plant Strategies & Vegetation Processes*. Wiley, GB, 222 s.

HAROLD, W., HOCKER, Jr., 1979: *Introduction to Forest Biology*. Wiley, USA, 468 s.

HASTINGS, J. R., TURNER, R. M., 1980: *The Changing Mile: An Ecological Study of Vegetation Change With Time in the Lower Mile of an Arid and Semiarid Region.* University of Arizona Press, Tucson, U.S.A., 317 s.

HAUPTMAN, I., KUKAL, Z., POŠMOURNÝ, K. [eds], 2009: *Půda v České republice*. Consult, Praha, 251 s.

HORN, H. S., 1974: *The ecology of secondary succession*. Ann. Rev. Ecol. and Systematic 5: 25 – 37.

CHALOUPSKÝ, J., ČERVENKA, J., JETEL, J., KRÁLÍK, F., LÍBALOVÁ, J., PÍCHOVÁ, E., POKORNÝ, J., POŠMOURNÝ, K., SEKYRA, J., SHRBENÝ, O., ŠALANSKÝ, K., ŠRÁMEK, J., VÁCL, J., 1989: *Geologie Krkonoš a Jizerských hor*. Ústřední ústav geologický, Praha, 288 s.

CHRISTENSEN, N. L., PEET, R., 1984: *Convergence during secondary forest succession*. J. Ecol. 72: 25-36.

CHYTRÝ M., KUČERA T. & KOČÍ M. [eds], 2001: *Katalog biotopů České republiky*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha: 304 s.

JENNY, H., 1941: *Factors of Soil Formation. A System of Quantitative Pedology*. New York: McGraw-Hill, 191 s.

KEYLOCK, C., 1997: *Snow avalanches*. Progress in Physical Geography 21: 481 - 500.

KLOMÍNSKÝ, J., 1969: *Krkonošsko-jizerský granitoidní masív*. Sborník geologických věd, Geol. 15: 7 – 133.

KNOTEK, Z., 2009: *Geologie Jizerských hor*. In: KARPAŠ, R. [ed.]: *Jizerské hory. O mapách, kamení a vodě*. Nakladatelství RK, Liberec: 104 – 141.

KOCIÁNOVÁ, M., ŠPATENKOVÁ, I., TONDROVÁ, A., DVOŘÁK, I. J., PILOUS, V., 2004: *Základové a smíšené laviny ve vztahu k přemisťování svahovin a dynamice vegetace*. In: ŠTURSA, J., MAZURSKI, K. R., PALUCKI, A., POTOCKA, J. [eds.]: *Geoekologické problémy Krkonoš*. Sborn. Mez. Věd. Konf.,Szklarska Poreba, Opera corcontica, 41: 82 – 99.

KONCA, B., 1990: *Przyczyny i nastepstwa kleski ekologicznej w Sudetach Zachodnich*. Rocznik Jeleniogorski, 33: 51-72.

KOŠULIČ, M., st., 2010: *Cesta k přirozenému hospodářskému lesu*. FSC ČR, o. s., Brno, 452 s.

KREMER, B., MUHLE, H., 1998: *Lišejníky, mechorosty, kapraďorosty*. Ikar, Praha, 288 s.

KRIŽO, M., KRIŽOVÁ, E., BIES, R., VIEWEGH, J., 1996: *Atlas rostlin*. Skriptum. LF ČZU, Praha, 265 s.

KUČERA, J., VÁŇA, J., 2005: *Seznam a červený seznam mechorostů České republiky (2005)*. Příroda 23: 1 – 104.

KULASOVÁ, A., BUBENÍČKOVÁ, L., 2009: *Podnebí a počasí Jizerských hor*. In: KARPAŠ, R. [ed.]: *Jizerské hory. O mapách, kamení a vodě*. Nakladatelství RK, Liberec: 342 – 383.

LEPŠ, J., MICHÁLEK, J., RAUCH, O., UHLÍK, P., 2000: *Early succession on plots with the upper soil horizon removed*. Journal of Vegetation Science 11: 259-264.

LHOTSKÝ, O., 1963: *Vodní režim a vodohospodářský význam Jizerských hor*. Severočeské muzeum, Liberec, 30 s.

LIŠKA, J., PALICE, Z., SLAVÍKOVÁ, Š., 2008: *Checklist and Red List of lichens of the Czech Republic*. Preslia 80: 151 – 182.

MARGLEF, R., 1968: *Perspectives in Ecological Theory*. University of Chicago Press., Chicago. Ex: WALKER, L. R., DEL MORAL, R., 2003: *Primary Succession and Ecosystem Rehabilitation*. Cambridge University Press, Cambridge, 458 s.

MEZI STROMY, 2007 [online]: Nadace dřevo pro život, © 2007 [cit. 2012-04-14]. Dostupné z: http://www.mezistromy.cz/

MÍCHAL, I., 1994: Ekologická stabilita. Veronica, Brno, 275 s. Ex. KOŠULIČ, M., st., 2010: *Cesta k přirozenému hospodářskému lesu*. FSC ČR, o. s., Brno, 452 s.

MÍCHAL, I., BUČEK, A., HUDEC, K., LACINA, J., MACKŮ, J., ŠINDELÁŘ, J., 1992: *Obnova ekologické stability lesů*. Academia, Praha, 172 s.

MZe, 2001: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky. Mze, Praha, 124 s

NEVRLÝ, M., 1981: *Kniha o Jizerských horách.* Severočeské nakladatelství, Ústí nad Labem, 363 s.

OBLASTNÍ PLÁNY ROZVOJE LESŮ, 2011 [online]: ÚHÚL, © 2003 – 2012 [cit. 2012-03-25]. Dostupné z: http://geoportal2.uhul.cz

ODUM, E. P., 1977: *Základy ekologie*. Academia, Praha, 733 s.

PELÍŠEK, J., 1968: *Půdní poměry Jizerských hor*. Severočeské muzeum, Liberec, 51 s.

PICKETT, S. T. A., 1989: *Space-for-time substitutions as an alternative to long-term studies.* In: LIKENS, G. E. [ed.]: Long-term Studies in Ecology, Springer, New York: 110–35.

PILOUS, V., 1978: Kapitoly z přírody: *Neklidné svahy*. Krkonoše – Jizerské hory 1: 16 – 19.

PILOUS, V., 2011(a): *Povodňové mury v Jizerských horách*. Krkonoše – Jizerské hory 7: 32 – 34.

PILOUS, V., 2011(b): *Povodňové mury v povodí horní Smědé v Jizerských horách*. Sborník Severočeského muzea, Přírodní Vědy 29: 3 – 40.

PIMENTEL, D., HARVEY, C., 1999: *Ecological effects of erosion*. In: WALKER, L. R. [ed.], 1999: *Ecosystems of Disturbed Ground*. Elsevier, Amsterdam: 123–135.

PIMENTEL, D., HARVEY, C., RESOSUDARMO, P., SINCLAIR, K., KURZ, D., McNAIR, D., CRIST, S., SPRITZ, L., FITTON, L., SAFFOURI, L., BLAIR, R.,

1995: *Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits*. Science 267: 1117–23.

PODRÁZSKÝ, V., 1999(a): *Pedologické charakteristiky na půdách náchylných k introskeletové erozi.* In: SLODIČÁK, M. [ed.]: *Obnova a stabilizace horských lesů*. Sborník z celostátní konference s mezinárodní účastí konané ve dnech 12. – 13. 10. 1999 v Bedřichově v Jizerských horách, VÚLHM Jíloviště-Strnady: 101 – 105.

PODRÁZSKÝ, V., 1999(b): *Význam vápnění a přirozené sukcese pro obnovu jizerskohorských lesů.* In: SLODIČÁK, M. [ed.]: *Obnova a stabilizace horských lesů*. Sborník z celostátní konference s mezinárodní účastí konané ve dnech 12. – 13. 10. 1999 v Bedřichově v Jizerských horách, VÚLHM Jíloviště-Strnady: 101 – 105.

POLENO, Z., VACEK, S., PODRÁZSKÝ, V., REMEŠ, J., MIKESKA, M., KOBLIHA, J., BÍLEK, L., 2007: *Pěstování lesů I., Ekologické základy pěstování lesů*. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy, 316 s.

PRACH, K., PYŠEK, P., SMILAUER, P., 1993: *On the rate of succession*. Oikos 66: 343–6.

PYŠEK, P., 1991: *Biomass production and size structure of Calamagrostis villosa populations in different habitats*. Preslia 63: 9-20.

REGIONÁLNÍ PRODUKT JIZERSKÉ HORY, 2012 [online]: Katalog regionálních výrobců a jejich produktů, © 2000 - 2012 [cit. 2012-04-28]. Dostupné z: http://www.jizerske-vyrobky.cz/

SHARPE, C. F. S., 1960: *Landslides and Related Phenomena: A Study of Mass-movements of Soil and Rock*. Pageant Books, New Jersey, 137 s.

SLAVÍKOVÁ, J., 1986: *Ekologie rostlin*. SPN, Praha, 366s.

SLODIČÁK, M., NOVÁK, J. [eds.], 2005: *Lesnické hospodaření v Jizerských horách*. LČR, s. p., Hradec Králové, 232 s.

SMEJKAL, J., KABALA, C., MARZEC, M., 2009: *Půdy Jizerských hor*. In: KARPAŠ, R. [ed.]: *Jizerské hory. O mapách, kamení a vodě*. Nakladatelství RK, Liberec: 246 – 257.

SÝKORA, T., 1971: *Lesní rostlinná společenstva Jizerských hor*. Severočeské muzeum, Liberec, 60 s.

ŠACH, F., 1999: *Problematika introskeletové eroze v Jizerských horách ve vazbě na poznatky z Krkonoš*. In: SLODIČÁK, M. [ed.]: *Obnova a stabilizace horských lesů*. Sborník z celostátní konference s mezinárodní účastí konané ve dnech 12. – 13. 10. 1999 v Bedřichově v Jizerských horách, VÚLHM Jíloviště-Strnady: 89 – 94.

ŠACH, F., ČERNOHOUS, V., 2009: *Metodické postupy ochrany lesních pozemků proti erozi*. VÚLHM Jíloviště - Strnady, Strnady, 54s.

TUMA, M., 2008: *Škody působené zvěří*. Lesnická práce 10 - příloha: I – IV.

VERHEYEN, K., 2002: *Dissertationes de agricultura. The relative importace of seed and recruitment limitation of vascular plants in secondary forest succession*. Katholieke Universiteit Leuven, Belgium, 194 s.

VONIČKA, P., 2002: *Národní přírodní rezervace Jizerskohorské bučiny*. Jizersko-ještědský horský spolek o. s., Liberec, 64 s.

WALKER, L. R., ZARIN, D. J., FETCHER, N., MYSTER, R. W., JOHNSON, A. H., 1996: *Ecosystem development and plant succession on landslides in the Caribbean.* Biotropica 28: 566–76.

WALKER, L. R., DEL MORAL, R., 2003: *Primary Succession and Ecosystem Rehabilitation*. Cambridge University Press, Cambridge, 458 s.

WALKER, L. R., WILLING, M. R., 1999: *An introduction to terrestrial disturbances*. In: WALKER, L. R. [ed.], 1999: *Ecosystems of Disturbed Ground*. Elsevier, Amsterdam: 1 - 16.

WILMSHURST,, J. M., 1997: *The impact of human settlement on vegetation and soil stability in Hawke's Bay, New Zealand*. New Zealand Journal of Botany 35: 97–111.

WILSON, J. B., WHITE, P. S., BAKKER, J. P., DÍAZ, S., 2004: *Restoration, succession and climatic chase*. Applied Vegetation Science 7: 151 – 152.

9 PŘÍLOHY

Seznam příloh

9.1 Názvy a zkratky rostlin 61

9.2 Přílohy k meteorologii 63

9.3 Grafy pokryvností murových zón 64

9.4 Pokryvnost strategií na jednotlivých fytocenologických snímcích 65

9.5 Fytocenologické snímky 67

9.6 Mapové podklady 77

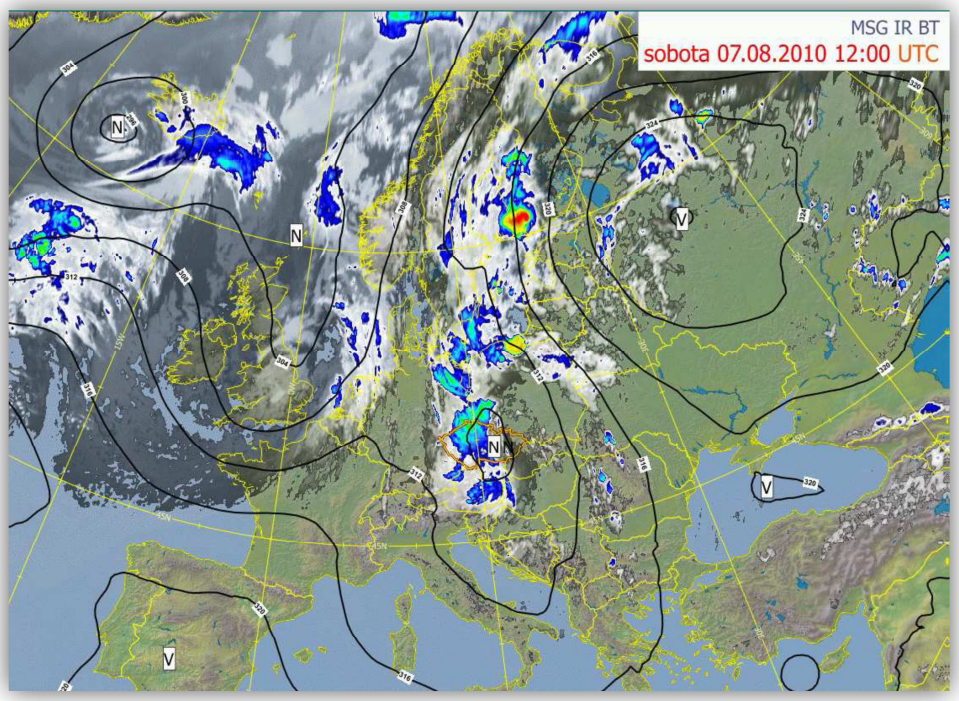
9.1 Názvy a zkratky rostlin

Tabulka 9: Názvy a zkratky rostlin

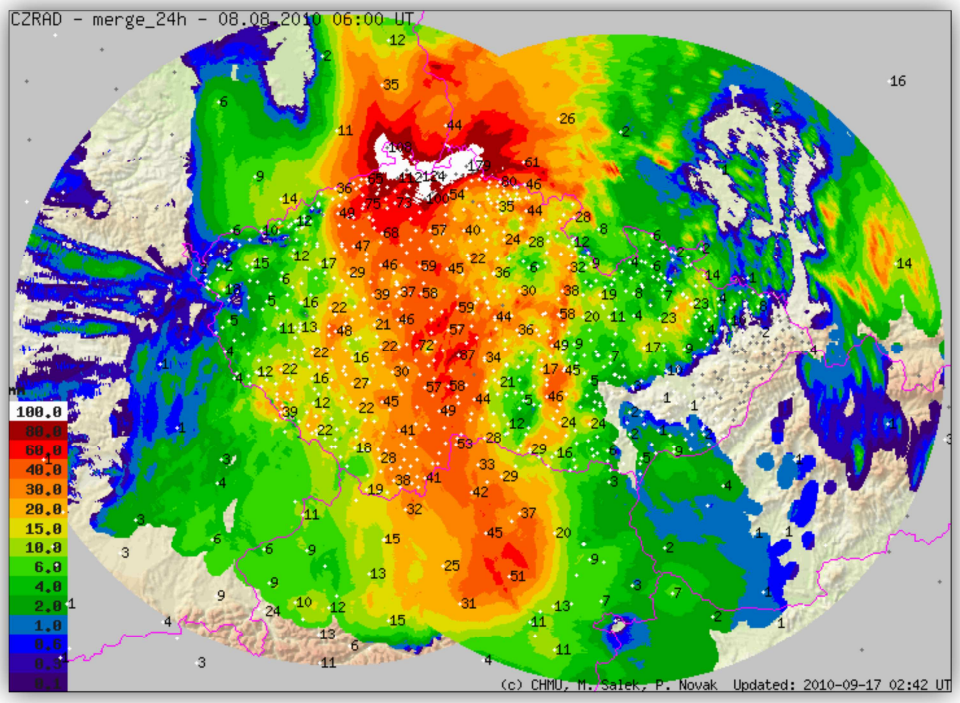
Vědecký název	Český název	Zkratky
Acer pseudoplatanus L.	javor klen	AcePse
Athyrium filix-femina (L.) ROTH.	papratka samičí	AthFF
Avenella flexuosa (L.) DREJER	metlička křivolaká	AveFle
Baeomyces rufus (HUDS.) REBENT.	malohubka plšivková	BaeRuf
Betula pubescens EHRH.	bříza pýřitá	BetPub
Blechnum spicant (L.) ROTH	žebrovice různolistá	BleSpi
Brachythecium reflexum (STARKE) SCHIMP.	baňatka zakřivená	BraRef
Calamagrotis villosa (CHAIX.) J. F. GMELIN	třtina chloupkatá	CalVil
Calypogeia azurea STOTLER & CROTZ	kryjnice sleziníkovitá	CalAzu
Cladonia digitata (L.) HOFFM.	dutohlávka prstitá	ClaDig
Cladonia sp.	dutohlávka	ClaSp.
Dicranum montanum HEDW.	dvouhrotec chlumní	DicMon
Dryopteris carthusiana (VILL.) H.P. FUCHS	kapraď osténkatá	DryCar
Dryopteris dilatata (HOFFM.) GRAY	kapraď rozložená	DraDil
Dryopteris filix-mas (L.) SCHOTT	kapraď samec	DriFM
Epilobium angustifolium L.	vrbovka úzkolistá	EpiAng
Epilobium montanum L.	vrbovka horská	EpiMon
Fagus sylvatica L.	buk lesní	FagSyl
Galium odoratum (L.) SCOP.	svízel vonný	GalOdo
Herzogiella seligeri (BRID.) Z. IWATS.	kornice slezská	HerSel
Homogyne alpina (L.) CASS	podbělice alpská	HomApl

Hypocenomyce scalaris (AH.) CHOISY	strupka lasturnatá	HypSca
Impatiens glandulifera ROYLE	netýkavka žláznatá	ImpGla
Lepraria sp.	otrus	LepSp.
Luzula pilosa (L.) WILLD	bika chloupkatá	LuzPil
Maianthemum bifolium (L.) F. W. SCHMIDT	pstroček dvoulistý	MaiBif
Mnium hornum HEDW.	měřík trsnatý	MniHor
Oxalis acetosella L.	šťavel kyselý	OxaAce
Pellia sp.	pobřežnice	PelSp.
Phegopteris connectilis (MICHX. FIL.) WATT	bukovinec osladičovitý	PheCon
Philonotis fontana (HEDW.) BRID.	vlahovka prameništní	PhiFon
Picea abies - (L.) KARSTEN	smrk ztepilý	PicAbi
Plagiothecium denticulatum subsp. denticulatum (HEDW.) SCHIMP.	lesklec zubatý pravý	PlaDeD
Pohlia nutans subsp nutans. (HEDW.) LINDB.	paprutka nicí pravá	PohNut
Polytrichastrum formosum (HEDW.) G. L. SM.	ploník ztenčený	PolFor
Porpidia sp.	šálečka	PorSp.
Prenanthes purpurea L.	věsenka nachová	PrePur
Racomitrium fasciculare (HEDW.) BRID.	zubkočepka svažitá	RacFas
Rhizomnium punctatum (HEDW.) T. J. KOP.	měřík tečkovaný	RhiPun
Rubus idaeus L.	ostružiník maliník	RubIda
Salix caprea L.	vrba jíva	SalCap
Scapania undulata (L.) DUMORT	kýlnatka zvlněná	ScaUnd
Senecio ovatus (G., M. et SCH.) WILLD.	starček Fuchsův	SenOva
Sorbus aucuparia L.	jeřáb ptačí	SorAuc
Sphagnum squarrosum CROME	rašeliník kostrbatý	SphSqu
Stachys sylvatica L.	čistec lesní	StaSyl
Tetraphis pellucida HEDW.	čtyřzoubek průzračný	TetPel
Trapelia placodioides COPPINS et P. JAMES	šálečka lemovaná	TraPla
Trientalis europaea L.	sedmikvítek evropský	TriEur
Tussilago farfara L.	podběl lékařský	TusFar
Vaccinium myrtillus L.	brusnice borůvka	VacMyr
Veronica officinalis L.	rozrazil lékařský	VerOff

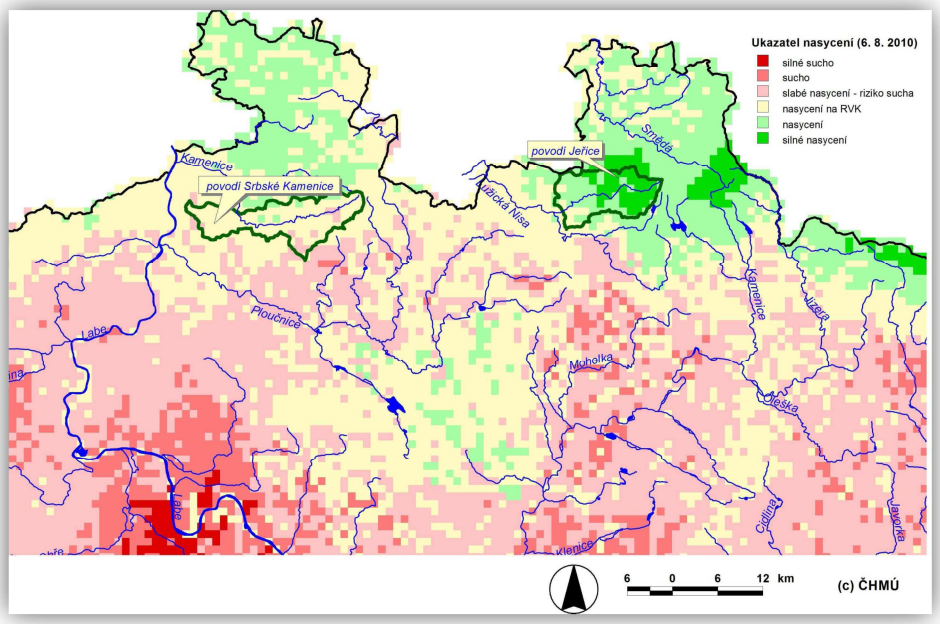
9.2 Přílohy k meteorologii



Obrázek 21: ***Analýza geopotenciální výšky v hladiny AT 700 hPa a produkt IR BT MSG2 ze 7.8.2010 14 SELČ (ČHMÚ, 2010)***



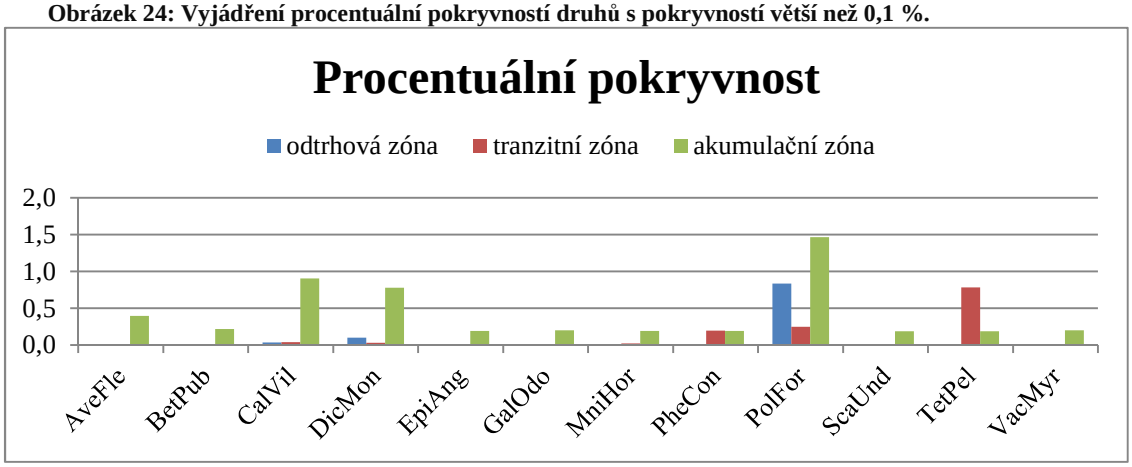
Obrázek 22: ***Denní srážkové úhrny od 7. 8. 08 SELČ do 8.8.2010 08 SELČ (ČHMÚ, 2010)***

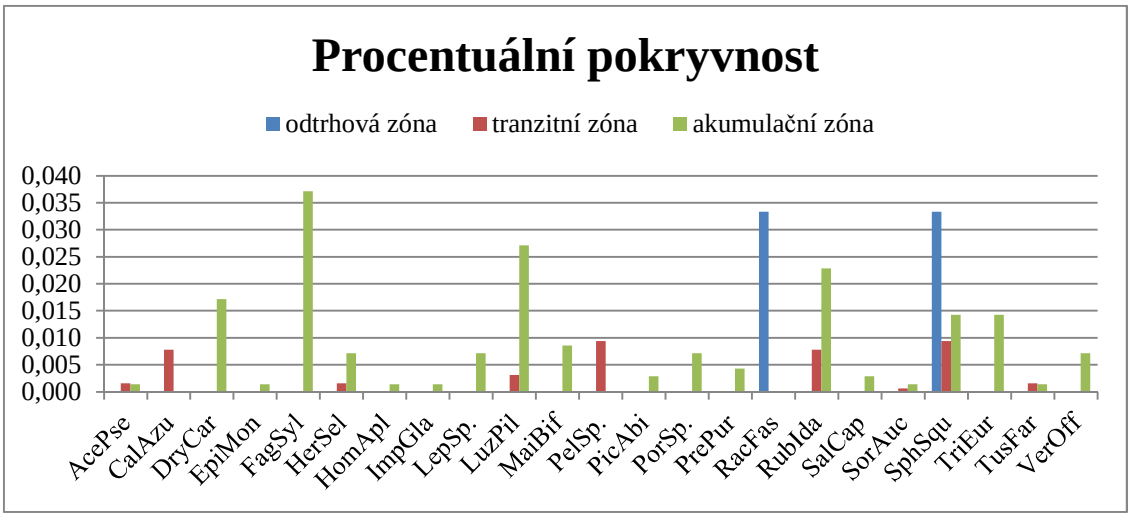


Obrázek 23: ***Ukazatel nasycení pro den 6. srpna 2010 k 8:00 SELČ (ČHMÚ, 2010)***

9.3 Grafy pokryvností murových zón

Obrázek 24: Vyjádření procentuální pokryvností druhů s pokryvností větší než 0,1 %.





Obrázek 25: Vyjádření procentuální pokryvnosti druhů s pokryvností menší než 0,1 %.

9.4 Pokryvnost strategií na jednotlivých fytocenologických snímcích

Tabulka 10: Pokryvnost strategií (%) na první murové dráze

TVP	c	s	cs	csr	celkem	kategorie okraje	plocha
1A1	5,24	0	0,24	2,5	7,98	okraj	10,0 m2
1A2	0	0	0,02	0	0,02	1	25,0 m2
1A3	0,04	0	0,2	0	0,24	2	25,0 m2
1A4	0,06	0	0,02	0,02	0,10	1	25,0 m2
1A5	2,52	0	0,22	0,02	2,76	okraj	7,5 m2
1B1	0	0	0	0	0,00	okraj	10,0 m2
1B2	0	0	0	0	0,00	1	25,0 m2
1B3	0,1	0,1	0	0	0,20	2	25,0 m2
1B4	0,02	0,1	0,02	0,02	0,16	2	25,0 m2
1B5	0,22	0	0	0,02	0,24	1	25,0 m2
1B6	0,1	0	2,7	0,1	2,90	okraj	7,5 m2
1C1	8,75	0	0,4	0	9,15	okraj	5,0 m2
1C2	0,02	0	0	0	0,02	1	25,0 m2
1C3	0,02	0	0,02	0	0,04	2	25,0 m2
1C4	0,04	0	0	0	0,04	1	20,0 m2
1C5	18,75	0	0,32	0	19,07	okraj	10,0 m2
1D1	0	0	5,1	0,1	5,20	okraj	25,0 m2
1D2	0	0	0,02	0	0,02	1	25,0 m2
1D3	0,04	0	0,14	0,02	0,20	2	25,0 m2
1D4	0,02	0	0,02	0	0,04	2	25,0 m2
1D5	0,14	0	0,3	0,02	0,46	1 *	25,0 m2
1D6	0	0,02	0,02	0,02	0,06	2	25,0 m2
1D7	0,04	0	0,1	0,04	0,18	1	25,0 m2
1D8	0,06	0	18,75	0	18,81	okraj	5,0 m2
1E1	37,64	0,12	21,45	0	59,21	okraj	25,0 m2
1E2	0	0	0	0	0,00	1	25,0 m2
1E3	0	0	0	0	0,00	1	15,0 m2
1E4	0,1	0	7,72	0	7,82	okraj	10,0 m2
1F1	30,02	2,5	13,85	2,5	48,87	okraj	15,0 m2
1F2	0	0	0	0	0,00	1	25,0 m2
1F3	0	0	0	0	0,00	1	25,0 m2
1F4	0,02	0,1	11,25	0	11,37	okraj	25,0 m2

*** Kategorie okraje 1 z důvodu ovlivnění plochy ostrůvkem porostu.**

Tabulka 11: Pokryvnost strategií (%) na druhé murové dráze

TVP	c	s	cs	csr	celkem	kategorie okraje	plocha
2A1	5,02	0,1	5,1	2,5	12,72	okraj	15,0
2A2	0,02	0	0,02	0	0,04	1	25,0
2A3	0,12	0	0,02	0	0,14	1	10,0
2A4	5,1	0,1	5,2	0,1	10,50	okraj	15,0
2B1	5,5	0	5,1	2,52	13,12	okraj	25,0
2B2	5,2	0,2	2,8	0,1	8,30	1	25,0
2B3	2,8	2,6	0,2	0,1	5,70	2	25,0
2B4	2,6	0,2	0,2	0	3,00	2	25,0
2B5	0,22	0	0,12	0	0,34	2	25,0
2B6	7,72	0,1	2,5	0,1	10,42	1	25,0
2B7	5,4	2,5	2,8	0,1	10,80	okraj	25,0
2C1	21,22	2,5	5	0,2	28,92	okraj	7,5
2C2	0,02	0	0,02	0	0,04	1	25,0
2C3	0,02	0	0	0	0,02	2	25,0
2C4	2,6	0	0,1	0,02	2,72	1	25,0
2C5	8,85	0,1	0,14	0	9,09	okraj	12,5
2D1	8,85	5	7,52	0	21,37	okraj	25,0
2D2	0,1	0	0	0	0,10	1	25,0
2D3	5	0	2,5	0	7,50	okraj	5,0

9.5 Fytocenologické snímky

1A (1A1 až 1A5)

Tabulka 12: Základní údaje TVP 1A

Označení TVP	**1A1**	**1A2**	**1A3**	**1A4**	**1A5**
Datum	14. srpna 2011				
Expozice	sever				
Sklon	40 %	20 %	20 %	10 %	10 %
Nadmořská výška	590 metrů nad mořem				
Plocha snímku	10 m^2	25 m^2	25 m^2	25 m^2	7,5 m^2
Délka snímku z čela	2 m	5 m	5 m	5 m	1,5 m
Kategorie okraje	okraj	1	2	1	okraj
Poznámka		průtok vody	kamení	nános	

Tabulka 13: Zastoupení rostlin TVP 1A

Rostliny	**1A1**	**1A2**	**1A3**	**1A4**	**1A5**	**Patro**
Acer pseudoplatanus	**r**			**r**		E1
Acer pseudoplatanus	**3**	**4**				E3
Athyrium filix-femina	+					E1
Betula pubescens	**r**		+		**r**	E1
Calamagrotis villosa	**r**		**r**	**r**	+	E1
Cladonia sp.			+			E0
Dicranum montanum	**2a**	+	**1**			E0
Dryopteris dilatata	+	**r**	+	**r**		E1
Fagus sylvatica	**1**		**r**			E1
Fagus sylvatica	**3**	**2a**	**1**		**3**	E3
Herzogiella seligeri			+			E1
Impatiens glandulifera				**r**		E1
Lepraria sp.			+			E0
Mnium hornum	**2a**	+	**1**	+	**1**	E0
Oxalis acetosella	**1**					E1
Picea abies	+				**r**	E1
Picea abies	**2a**					E3
Plagiothecium denticulatum subsp. Denticulatum	+					E0
Polytrichastrum formosum	**2a**		**1**	+		E0
Prenanthes purpurea			**r**			E1
Rhizomnium punctatum	+					E0
Rubus idaeus	**1**					E1
Scapania undulata	**2a**	+	**1**			E0
Sorbus aucuparia					**r**	E1
Sorbus aucuparia	**1**					E3
Tussilago farfara				**r**	**r**	E1
Vaccinium myrtillus	**r**				**1**	E1

1B (1B1 až 1B6)

Tabulka 14: Základní údaje TVP 1B

Označení TVP	**1B1**	**1B2**	**1B3**	**1B4**	**1B5**	**1B6**
Datum	14. srpna 2011					
Expozice	sever					
Sklon	130 %	5 %	5 %	5 %	5 %	100 %
Nadmořská výška	650 metrů nad mořem					
Plocha snímku	10 m^2	25 m^2	25 m^2	25 m^2	25 m^2	7,5 m^2
Délka snímku z čela	2 m	5 m	5 m	5 m	5 m	1,5 m
Kategorie okraje	okraj	1	2	2	1	okraj
Poznámka		protéká tok				

Tabulka 15: Zastoupení rostlin TVP 1B

Rostliny	**1B1**	**1B2**	**1B3**	**1B4**	**1B5**	**1B6**	**Patro**
Betula pubescens				**r**		+	E1
Betula pubescens	**2a**						E3
Blechnum spicant						+	E1
Calamagrotis villosa			+	**r**	+	+	E1
Dicranum montanum	**1**				+	**1**	E0
Dryopteris carthusiana						**1**	E1
Epilobium angustifolium					**r**		E1
Fagus sylvatica	**5**	**2b**				**2a**	E3
Herzogiella seligeri		**r**					E0
Luzula pilosa				**r**			E1
Mnium hornum	**3**	**r**	**r**	**r**	+	+	E0
Oxalis acetosella						+	E1
Pellia sp.					**r**	+	E0
Picea abies	**5**				**2a**	**4**	E3
Plagiothecium denticulatum subsp. Denticulatum	+						E0
Polytrichastrum formosum	+		**r**	+	+	**1**	E0
Rubus idaeus					+		E1
Scapania undulata			**r**			+	E0
Sphagnum squarrosum					+	+	E0
Tetraphis pellucida			+	+			E0
Tussilago farfara					**r**		E1

1C (1C1 až 1C5)

Tabulka 16: Základní údaje TVP 1C

Označení TVP	**1C1**	**1C2**	**1C3**	**1C4**	**1C5**
Datum	14. srpna 2011				
Expozice	sever				
Sklon	105 %	30 %	15 %	30 %	100 %
Nadmořská výška	710 metrů nad mořem				
Plocha snímku	5 m^2	25 m^2	25 m^2	20 m^2	10 m^2
Délka snímku z čela	1 m	5 m	5 m	4 m	2 m
Kategorie okraje	okraj	1	2	1	okraj
Poznámka			protéká tok		

Tabulka 17: Zastoupení rostlin TVP 1C dle Braun-Blanqueta

Rostliny	**1C1**	**1C2**	**1C3**	**1C4**	**1C5**	**Patro**
Betula pubecsens	+		**r**		+	E1
Blechnum spicant					+	E1
Brachythecium reflexum	+					E0
Calamagrotis villosa		**r**	**r**	**r**	**r**	E1
Calypogeia azurea	+	+			**1**	E0
Dicranum montanum	**1**				**3**	E0
Dryopteris dilatata	+				+	E1
Dryopteris filix-mas	+					E1
Epilobium angustifolium				**r**		E1
Fagus sylvatica	**2a**				**2b**	E1
Fagus sylvatica	**5**				**2a**	E2
Fagus sylvatica	**2a**	**2a**		**2a**	**5**	E3
Mnium hornum	+	+			**1**	E0
Pellia sp.		+			+	E0
Phegopteris connectilis	+				**1**	E1
Polytrichastrum formosum	+		**r**	+		E0
Prenanthes purpurea					+	E1
Sphagnum squarrosum					+	E0
Stachys sylvatica	+					E1
Tetraphis pellucida		**1**	+	**1**		E0

1D (1D1 až 1D8)

Tabulka 18: Základní údaje TVP 1D

Označení TVP	**1D1**	**1D2**	**1D3**	**1D4**	**1D5**	**1D6**	**1D7**	**1D8**
Datum	16. srpna 2011							
Expozice	sever							
Sklon	70 %	55 %	30 %	60 %	80 %	100 %	90 %	70 %
Nadmořská výška	790 metrů nad mořem							
Plocha snímku	25 m^2	25 m^2	25 m^2	25 m^2	25 m^2	25 m^2	25 m^2	5 m^2
Délka snímku z čela	5 m	5 m	5 m	5 m	5 m	5 m	5 m	1 m
Kategorie okraje	okraj	1	2	2	1	2	1	okraj
Poznámka		proték á tok	skála	hlína se sutí	hlína se sutí	skála	skála, tok	skála

Tabulka 19: Zastoupení rostlin TVP 1D

Rostliny	**1D1**	**1D2**	**1D3**	**1D4**	**1D5**	**1D6**	**1D7**	**1D8**	**Patro**
Acer pseudoplatanus								**r**	E1
Avenella flexuosa	**1**	**r**			+		+	**2m**	E1
Betula pubescens	+		+		+	**r**			E1
Dicranum montanum	**1**	+	+	+	**1**	+	+	**1**	E0
Epilobium angustifolium			**r**	**r**			**r**		E1
Epilobium montanum			**r**						E1
Fagus sylvatica					+			**r**	E1
Homogyne alpina							**r**		E1
Luzula pilosa	+		**r**		**r**	**r**	**r**		E1
Maianthemum bifolium						**r**			E1
Phegopteris connectilis	**r**		**r**		+	**r**			E1
Picea abies					**r**		**r**		E1
Picea abies	**3**				**2a**		**2m**	**5**	E3
Polytrichastrum formosum	+	+	+	**1**	+	**1**		**2a**	E0
Prenanthes purpurea					**r**		**r**	**r**	E1
Rubus idaeus			**r**						E1
Salix caprea			**r**	**r**					E1
Sorbus aucuparia					**r**			**r**	E1
Sorbus aucuparia								**r**	E3
Sphagnum squarrosum	**r**	**r**	**r**		+	**r**	**r**	**r**	E0
Tetraphis pellucida						+	**1**		E0
Vaccinium myrtillus	**1**				+			**2b**	E1

1E (1E1 až 1E4)

Tabulka 20: Základní údaje TVP 1E

Označení TVP	**1E1**	**1E2**	**1E3**	**1E4**
Datum	16. srpna 2011			
Expozice	sever			
Sklon	70 %	70 %	70 %	70 %
Nadmořská výška	860 metrů nad mořem			
Plocha snímku	25 m^2	25 m^2	25 m^2	10 m^2
Délka snímku z čela	5 m	5 m	5 m	2 m
Kategorie okraje	okraj	1	1	okraj
Poznámka		skále	skála, protéká tok	

Tabulka 21: Zastoupení rostlin TVP 1E

Rostliny	**1E1**	**1E2**	**1E3**	**1E4**	**Patro**
Acer pseudoplatanus	**r**				E1
Athyrium filix-femina	**+**				E1
Avenella flexuosa	**1**			**1**	E1
Baeomyces rufus	**1**				E0
Betula pubescens	**+**			**+**	E1
Betula pubescens	**2a**				E3
Calamagrotis villosa	**3**			**+**	E1
Calypogeia azurea	**+**				E0
Cladonia digitata	**+**				E0
Dicranum montanum	**+**			**+**	E0
Dryopteris carthusiana				**+**	E1
Dryopteris dilatata				**r**	E1
Epilobium angustifolium	**r**				E1
Fagus sylvatica	**2m**				E2
Galium odoratum	**r**				E1
Hypocenomyce scalaris	**+**				E0
Maianthemum bifolium	**+**				E1
Phegopteris connectilis	**+**				E1
Picea abies	**2m**				E2
Picea abies	**3**				E3
Pohlia nutans	**+**			**+**	E0
Polytrichastrum formosum	**2a**			**1**	E0
Sorbus aucuparia	**+**				E1
Sorbus aucuparia	**2m**				E3
Sphagnum squarrosum	**2b**			**+**	E0
Tetraphis pellucida		**+**			E0
Vaccinium myrtillus	**2b**			**2m**	E1

1F (1F1 až 1F4)

Tabulka 22: Základní údaje TVP 1F

Označení TVP	**1F1**	**1F2**	**1F3**	**1F4**
Datum	16. srpna 2011			
Expozice	sever			
Sklon	100 %	100 %	100 %	100 %
Nadmořská výška	920 metrů nad mořem			
Plocha snímku	25 m^2	25 m^2	15 m^2	10 m^2
Délka snímku z čela	5 m	5 m	3 m	2 m
Kategorie okraje	okraj	1	1	okraj
Poznámka		skále	skála, protéká tok	

Tabulka 23: Zastoupení rostlin TVP 1F

Rostliny	**1E1**	**1E2**	**1E3**	**1E4**	**Patro**
Acer pseudoplatanus	**r**				E1
Athyrium filix-femina	+				E1
Avenella flexuosa	**1**			**1**	E1
Baeomyces rufus	**1**				E0
Betula pubescens E1	+			+	E1
Betula pubescens E3	**2a**				E3
Calamagrotis villosa	**3**			+	E1
Calypogeia azurea	+				E0
Cladonia digitata	+				E0
Dicranum montanum	+			+	E0
Dryopteris carthusiana				+	E1
Dryopteris dilatata				**r**	E1
Epilobium angustifolium	**r**				E1
Fagus sylvatica E2	**2m**				E2
Galium odoratum	**r**				E1
Hypocenomyce scalaris	+				E0
Maianthemum bifolium	+				E1
Phegopteris connectilis	+				E1
Picea abies E2	**2m**				E2
Picea abies E3	**3**				E3
Pohlia nutans	+			+	E0
Polytrichastrum formosum	**2a**			**1**	E0
Sorbus aucuparia E1	+				E1
Sorbus aucuparia E3	**2m**				E3
Sphagnum squarrosum	**2b**			+	E0
Tetraphis pellucida		+			E0
Vaccinium myrtillus	**2b**			**2m**	E1

2A (2A1 až 2A4)

Tabulka 24: Základní údaje TVP 2A

Označení TVP	**2A1**	**2A2**	**2A3**	**2A4**
Datum	17. srpna 2011			
Expozice	severovýchod			
Sklon	60 %	40 %	40 %	60 %
Nadmořská výška	750 metrů nad mořem			
Plocha snímku	15 m^2	25 m^2	10 m^2	15 m^2
Délka snímku z čela	3 m	5 m	2 m	3 m
Kategorie okraje	okraj	1	1	okraj
Poznámka	suť	obnažená půda	obnažená půda	

Tabulka 25: Zastoupení rostlin TVP 2A

Rostliny	**2A1**	**2A2**	**2A3**	**2A4**	**Patro**
Avenella flexuosa	**1**	**r**	**r**	**1**	E1
Betula pubescens	+			+	E1
Calamagrotis villosa	**2m**	**r**	+	**1**	E1
Dicranum montanum	**1**	**r**	+		E0
Dryopteris dilatata	+				E1
Epilobium angustifolium	**r**				E1
Fagus sylvatica				**1**	E2
Galium odoratum	+			+	E1
Luzula pilosa	**1**			+	E0
Picea abies	+				E2
Polytrichastrum formosum	**1**	+	+	**1**	E0
Racomitrium fasciculare	+				E0
Rubus idaeus				**1**	E1
Sorbus aucuparia			**r**	+	E1
Sphagnum squarrosum	+			**r**	E0
Vaccinium myrtillus	**1**			**1**	E1

2B (2B1 až 2B7)

Tabulka 26: Základní údaje TVP 2B

Označení TVP	**2B1**	**2B2**	**2B3**	**2B4**	**2B5**	**2B6**	**2B7**
Datum	17. srpna 2011						
Expozice	severovýchod						
Sklon	40 %	35 %	20 %	15 %	20 %	20 %	30 %
Nadmořská výška	810 metrů nad mořem						
Plocha snímku	25 m^2	25 m^2	25 m^2	25 m^2	25 m^2	25 m^2	25 m^2
Délka snímku z čela	5 m	5 m	5 m	5 m	5 m	5 m	5 m
Kategorie okraje	okraj	1	2	2	2	1	okraj
Poznámka	suť a nánosy	suť a nánosy	suť a nánosy	suť a nánosy	suť a nánosy	suť a nánosy	suť a nánosy

Tabulka 27: Zastoupení rostlin TVP 2B

Rostliny	**2B1**	**2B2**	**2B3**	**2B4**	**2B5**	**2B6**	**2B7**	**Patro**
Acer pseudoplatanus							+	E1
Avenella flexuosa	**1**	**1**	+	+	+	**1**	**1**	E1
Baeomyces rufus	+							E0
Betula pubescens	+	+	+		**r**	**1**	+	E1
Calamagrotis villosa	**2m**	**1**	**1**	**1**	+	**2m**	**2m**	E1
Cladonia digitata	+							E0
Cladonia sp.	+							E0
Dicranum montanum	+	**1**	**1**	+	+	+	+	E0
Dryopteris dilatata		+					+	E1
Epilobium angustifolium	+				**r**	**1**	+	E1
Fagus sylvatica		+		+	+	+	+	E1
Fagus sylvatica		**1**	**1**					E2
Galium odoratum		+	**1**	+		+	**1**	E1
Homogyne alpina	**r**							E1
Luzula pilosa	**1**	+	+			+	+	E1
Maianthemum bifolium		+						E1
Phegopteris connectilis	+	**1**				**r**	+	E1
Polytrichastrum formosum	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	E0
Porpidia sp.	**1**	+						E0
Racomitrium fasciculare	+							E0
Rubus idaeus	+	+	+			+		E1
Senecio ovatus	+							E1
Sorbus aucuparia	+							E1
Sphagnum squarrosum	+	**r**						E0
Trientalis europaea			+	+				E1
Vaccinium myrtillus	**1**	+		+		**1**	+	E1
Veronica officinalis			+					E1

2C (2C1 až 2C7)

Tabulka 28: Základní údaje TVP 2C

Označení TVP	**2C1**	**2C2**	**2C3**	**2C4**	**2C5**
Datum	17. srpna 2011				
Expozice	severovýchod				
Sklon	80 %	60 %	50 %	60 %	70 %
Nadmořská výška	880 metrů nad mořem				
Plocha snímku	7,5 m^2	25 m^2	25 m^2	20 m^2	15 m^2
Délka snímku z čela	1,5 m	5 m	5 m	4 m	3 m
Kategorie okraje	okraj	1	2	1	okraj
Poznámka		suť	suť		suť

Tabulka 29: Zastoupení rostlin TVP 2C

Rostliny	**2C1**	**2C2**	**2C3**	**2C4**	**2C5**	**Patro**
Avenella flexuosa	**1**	**r**		+		E1
Betula pendula					**r**	E1
Calamagrotis villosa	**2b**	**r**	**r**	+	**2a**	E1
Dicranum montanum	**1**		+	+	**1**	E0
Dryopteris dilatata	**1**				+	E1
Epilobium angustifolium	**r**					E1
Fagus sylvatica					**2b**	E3
Galium odoratum	**1**				+	E1
Luzula pilosa	+			**r**		E1
Oxalis acetosella	+					E1
Pellia sp.	+					E0
Phegopteris connectilis	**1**			**1**		E1
Philonotis fontana	**1**					E0
Picea abies					+	E1
Picea abies	**2a**					E2
Polytrichastrum formosum	**2m**	**1**	+	+	**1**	E0
Porpidia sp.					+	E0
Sphagnum squarrosum	+	**r**				E0
Tetraphis pellucida	**2a**	**1**	+	**1**		E0
Trapelia placodioides					+	E0
Vaccinium myrtillus					**r**	E1

2D (2D1- 2D3)

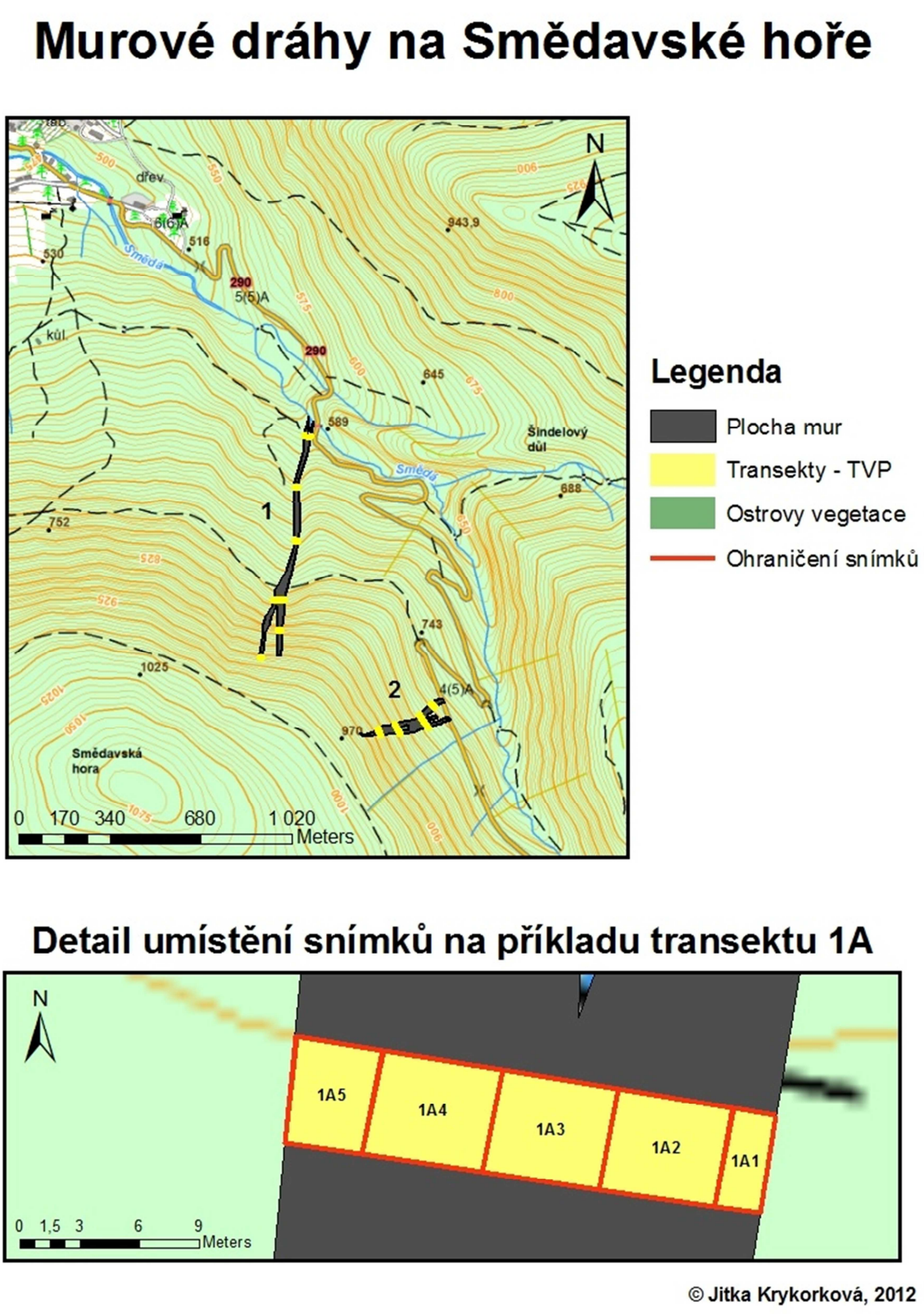
Tabulka 30: Základní údaje TVP 2D

Označení TVP	**2D1**	**2D2**	**2D3**
Datum	17. srpna 2011		
Expozice	severovýchod		
Sklon	80 %	60 %	80 %
Nadmořská výška	750 metrů nad mořem		
Plocha snímku	12,5 m^2	25 m^2	5 m^2
Délka snímku z čela	2,5 m	5 m	1 m
Kategorie okraje	okraj	1	okraj
Poznámka			

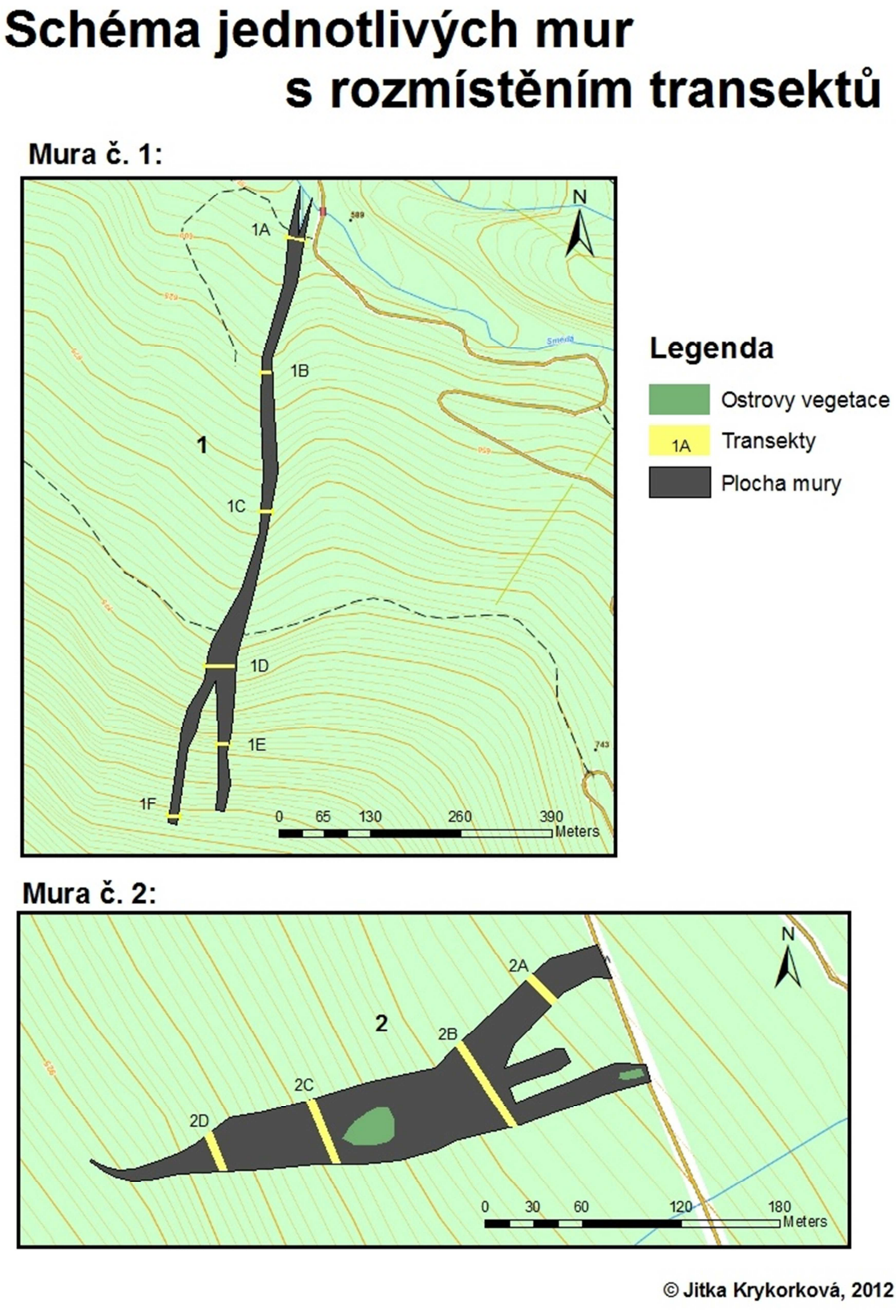
Tabulka 31: Zastoupení rostlin TVP 2D

Rostliny / Patro	**2D1**	**2D2**	**2D3**	**Patro**
Avenella flexuosa	**2m**		**1**	E1
Betula pubescens E1	**r**			E1
Calamagrotis villosa	**2a**	**+**	**1**	E1
Dicranum montanum	**2a**	**+**	**2a**	E0
Dryopteris dilatata	**1**			E1
Fagus sylvatica E3			**2b**	E3
Galium odoratum	**2m**			E1
Picea abies E2	**2b**			E2
Picea abies E3			**4**	E3
Polytrichastrum formosum	**1**	**1**	**+**	E0
Sphagnum squarrosum	**3**	**+**	**r**	E0
Tetraphis pellucida	**1**			E0
Vaccinium myrtillus	**+**		**1**	E1

9.6 Mapové podklady



Obrázek 26: Murové dráhy na Smědavské hoře (autor)



Obrázek 27:Schéma jednotlivých mur s rozmístěním transektů