

DIFERENCIACE HOSPODAŘENÍ V LESÍCH ÚSES A ZCHÚ NA ZÁKLADĚ LESNICKÉ TYPOLOGIE

Ing. Martin Modrý, Ph.D., Krajský úřad Libereckého kraje

Úvod

Pokrok v chápání souvislostí a přírodních zákonů nastínil zásadní význam lesních ekosystémů pro udržení koloběhů prvků a energie a následně i stability krajiny (Míchal 1992). Lesům ve zvláště chráněných územích (ZCHÚ) a prvcích územních systémů ekologické stability (ÚSES) byla přiznána zvýšená ekostabilizační funkce. Vzhledem k tomu, že hospodaření v lesích spolu s ostatními aktivitami lidské společnosti má již po staletí významný vliv na stabilitu lesních ekosystémů, je stabilizační funkce v těchto lesích podporována i na úkor částečného snížení ekonomické výnosnosti.

Základním faktorem udržení ekologické stability ekosystému a tím i naplnění myšlenky trvale udržitelného lesního hospodaření je dlouhodobé udržení úrodnosti půdy. Hospodaření v lesích může způsobit závažné poškození úrodnosti půdy, jehož odstranění bývá časově a finančně náročné, pokud je vůbec možné. Krátkodobé hospodářské výhody jsou nezdědka provázeny snížením produktivity ekosystémů v dlouhodobém hledisku, jak se ukázalo v případě rozsáhlých smrkových monokultur v našich pohraničních pohořích.

Mnoho půdních typů je silně náchylných k erozi a musí být ochraňovány lesním porostem. Odlesnění vápencových stanovišť (např. Dinárský kras v Chorvatsku, jihozápadní oblast Tasmánie a mnohé oblasti v tropech) končí totálním rozpadem ekosystému a ztrátou produkčních i stabilizačních funkcí na desetiletí. Ačkoliv riziko eroze půdy pod lesním porostem je výrazně nižší, nevhodné lesnické technologie mohou i zde nastartovat proces eroze s dalekosáhlými důsledky.

Snížení úrodnosti půdy může nastat i po méně zřetelných vlivech lesnické činnosti. Narušení půdního povrchu a hutnění běžně doprovázejí hospodaření v lesích (např. Šach 1983, 1984, 1994, Laffan et al. 2001) a mají prokázány přímý (Gaertig et al. 2002) a nepřímý (Arocena 2000) vliv na růst a reprodukci dřevin.

Obnova narušené úrodnosti půdy je nákladná a znalost technologických postupů je stále omezená. V mnoha případech nezbyvá než ponechat obnovu půdy přírodním procesům a výsledky jsou očekávány v horizontu staletí.

Těžba a doprava dříví je spojena s nejméně významnými zásahy do lesního ekosystému. Prosté odstranění významné části nebo celého korunového patra je doplněno pohybem dříví a mechanizačních prostředků lesním porostem. Změny v korunovém patře mají vliv na ohrožení půdy erozí a na změnu mikroklimatu v podrostu, která může stimulovat, ale zároveň ohrozit přirozenou obnovu porostu. Pohyb dříví a techniky způsobuje porušení soudržnosti povrchu půdy a změnu jejích fyzikálních a chemických vlastností (např. Šach 1983, 1984, Incerti et al. 1987, Williamson 1990, Laffan et al. 2001), poškození stromů hlavního porostu (Dejmal 1988) a přirozené obnovy (např. Woodward 1996).

Výběr vhodné technologie na základě stanovištních podmínek je nejjednodušší a nejefektivnější cestou ke snížení dopadu hospodaření v lesích na ekologickou stabilitu lesních ekosystémů. Zatímco délka přepravovaného dříví je rozhodujícím faktorem pro

poškození stromů hlavního porostu (Meng 1978), mechanizační prostředky jsou zodpovědné za většinu narušení půdního povrchu a změnu vlastností půdy. Vzhledem k tomu, že citlivost půdy k narušení je významně ovlivněna vlhkostí a teplotou, vhodné povětrnostní podmínky jsou základním předpokladem citlivého těžebního zásahu.

Lesní ekosystémy jsou klasifikovány na základě rozličných vlastností od prvopočátku studia biologických věd (Whittaker 1973). Lesnická typologie klasifikuje lesní ekosystémy na základě trofických, hydrických a klimatických vlastností stanoviště. Pro účely těžby a dopravy dříví byly vyvinuty terénní klasifikace (např. Štaud, 1963; Simanov et al., 1993). S výjimkou klasifikace Simanova et al. (1993) tyto nezachycují soudobý vývoj technických parametrů těžební techniky a poznání v oblasti ekologie lesních ekosystémů. Klasifikace Simanov et al. (1993) nebyla rozšířena mimo území Školního lesního podniku Křtiny v důsledku postupujících úsporných opatření při zpracování lesních hospodářských plánů. Z toho důvodu jsem studoval možnost vazby těžebních technologií na lesnickou typologii jako všeobecně rozšířenou klasifikaci lesních ekosystémů, která by ve své podstatě měla podávat i informaci o technologických vlastnostech ekosystému (sklon svahu, únosnost terénu, výskyt terénních překážek a riziko eroze půdy).

VZTAH MEZI LESNICKOU TYPOLOGIÍ A TERÉNNÍMI VLASTNOSTMI EKOSYSTÉMU

Metodika

Pro posouzení vhodnosti lesnické typologie jako zdroje informací o terénních vlastnostech ekosystému pro návrh těžební technologie byla ověřena vazba mezi lesnickou typologií a terénní klasifikací Simanova et al. (1993, tab. 1) ve dvou vzájemně prostorově a charakterově odlišných oblastech (obr. 1). Ověřována byla především homogenost terénních vlastností v rámci typologických jednotek.

Tab.1. Terénní klasifikace (Simanov et al. 1993)

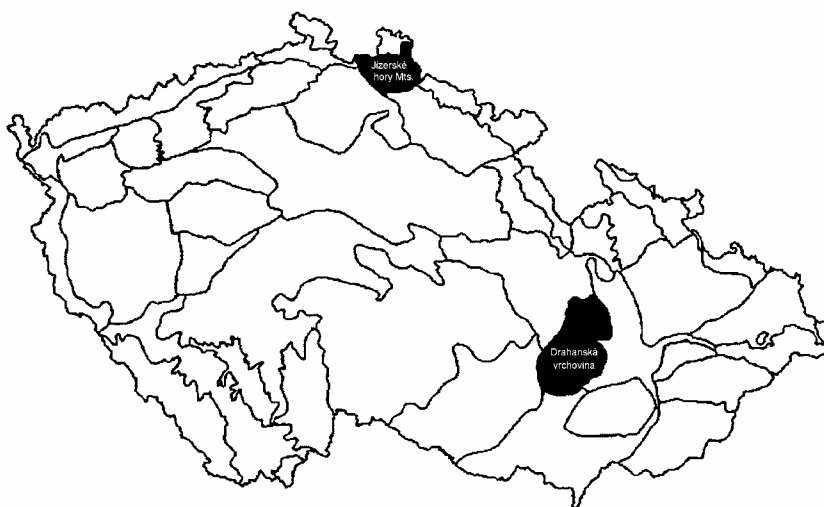
Sklon svahu %	Podloží			Překážky	
	Únosné		Neúnosné		
	Trvale	Podmíněně			
	Terénní nerovnosti				
	do 0,3 m	0,3 - 0,5 m	do 0,3 m		
0-10	11	12	13	15	16
11-20	21	22	23	25	26
			29		
21-33	31	32	33	35	36
			39		
34-50	41	42	43	45	46
			49		
51-70	59				
>70	69				

V PLO Drahanská vrchovina na území Školního lesního podniku Křtiny byla studie (Modrý, 2000) provedena překryvem mapy lesních typů a mapy terénních typů; pro jednotlivé průniky o rozloze větší než 40 arů byl zaznamenán lesní typ a terénní typ podle Simanova et al. (1993).

V PLO Jizerské hory a Ještěd (Modrý & Simanov, 2002) byly ve vybraném segmentu o rozloze 1 605 ha zjišťovány na 1431 zkusných plochách vlastnosti terénu terénním průzkumem, při němž byl měřen sklon svahu, hodnocen výskyt a výška terénních překážek a nerovností a podle známek na povrchu půdy odhadnuta únosnost půdy. Z těchto měření byl odvozen terénní a technologický typ. Lesní typ byl pro každou z ploch zjištěn z mapy lesních typů. V PLO Jizerské hory a Ještěd byla dále zjišťována náchylnost ekosystému k půdní erozi, vyjádřená hodnotou potenciální vodní eroze půdy. Ta byla vypočítána pro každou plochu podle rovnice Wischmeiera (Wischmeier & Smith, 1978) upravené Míchalem (1973):

$$E_p = C * G * I * S * R, \text{ kde: } \dots$$

- C – koeficient klimatu,
- G – koeficient geologického podloží,
- I – koeficient sklonu svahu,
- S – koeficient půdního typu,
- R – redukční faktor struktury půdy



Obr. 1. Poloha zájmových oblastí.

Pro zpracování výsledků byly použity základní statistické metody (ANOVA, nelineární regrese) v programu SYSTAT 10.0. Pro všechny statistické testy byla akceptována hladina významnosti $p \leq 0,05$.

Výsledky

Výsledky ukazují výraznou homogenitu terénních podmínek pro jednotky lesnického typologického systému. Z celkového počtu 102 zkoumaných lesních typů zabíral jeden technologický typ více než 50 % plochy lesního typu v 92 % případů a více než 70 % plochy

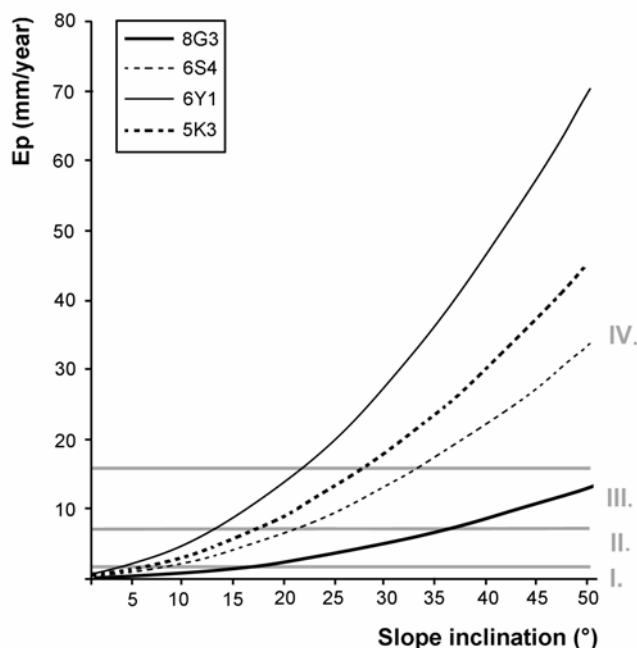
v 71 % případů. Tato homogennost byla nižší u terénních typů, kde jeden terénní typ zabíral více než 50 % (resp. 70 %) plochy lesního typu v 57 % (resp. 29 %) případů (tab. 2).

Tab. 2. Terénní vlastnosti lesních typů. Hodnota v závorce udává procentický podíl dominantního terénního a technologického typu z plochy lesního typu.

Lesní typ	Frekvence výskytu (%)	Sklon svahu (°) prům.± S. E.	Ep (mm/rok) prům. ±S. E.	Dominantní terénní typ	Dominantní technologický typ	HS
1G2	0,5	3.3±0.4	0.3±0.04	15 (71.5)	L (85.7)	29
1T1	0,9	1.8±0.3	0.2±0.04	13 (100)	F (100)	29
3K1	1,5	10.4±1.1	4.0±0.6	22 (19.0)	S (42.9)	43
3L1	0,1	5.0±5.0	0.9±0.9	13 (50.0)	F+Ef (50+50)	29
3N2	0,1	15	6,1	39 (100)	EI (100)	41
3O6	2,0	3.7±1.2	0.8±0.4	13 (69.0)	F (69.0)	47
3S8	4,5	4.1±0.4	0.9±0.1	11 (65.6)	U (71.88)	43
5A3	2,4	19.4±1.4	9.8±1.0	49 (34.3)	L+EI (20.0+68.5)	51
5K1	3,9	16.6±0.7	7.4±0.4	49 (33.9)	Ef (50.0)	53
5K3	4,3	14.2±0.8	6.1±0.5	39 (29.0)	S (38.7)	53
5M1	2,1	20.0±1.9	9.4±1.4	49 (30.0)	L+EI (33.3+43.3)	43
5N1	1,3	19.6±1.4	9.6±1.0	49 (42.1)	EI (78.9)	51
5N2	2,0	17.0±1.1	7.7±0.7	49 (48.3)	L+EI (13.8+48.3)	51
5N3	2,8	23.3±0.9	12.5±0.7	49 (52.5)	EI (77.5)	51
5N5	4,1	19.6±0.9	9.7±0.6	49 (37.3)	L+EI (11.9+64.4)	51
5O1	0,2	9.3±1.8	1.7±0.4	- (-)	S (66.7)	57
5S6	0,4	11.5±3.1	3.6±1.3	16 (33.3)	L+EI (50.0+16.7)	55
5U1	0,4	8.2±2.6	3.1±1.3	13 (33.6)	L+EI (33.3+16.7)	51
5Y1	12,2	26.1±0.4	22.8±0.6	49 (51.4)	EI (98.3)	01
5Z3	1,9	23.6±1.5	20.2±2.1	49 (51.9)	L+EI (14.8+83.2)	01
5Z9	2,2	28.0±1.4	26.4±2.4	59 (43.8)	EI (96.9)	01
6A3	0,1	15	6,1	39 (100)	EI (100)	51
6K1	1,3	9.8±1.3	3.7±0.6	12 (44.4)	S (66.7)	53
6K3	3,5	9.1±0.5	3.3±0.2	22 (37.5)	S (68.8)	53
6K4	6,5	6.6±0.3	2.2±0.1	12 (54.8)	S (100)	53
6K5	1,4	8.4±0.5	2.9±0.2	22 (65.0)	S (100)	53
6K6	0,3	11.4±1.5	4.4±0.8	22 (60.0)	S (80.0)	53
6K7	3,1	9.9±0.9	3.9±0.5	14 (33.3)	S (81.8)	53
6N1	1,0	21.6±1.2	10.8±1.0	49 (60.0)	L+EI (6.7+93.3)	51
6N2	0,3	21.0±1.7	10.2±1.2	49 (80.0)	EI (100)	51
6N3	0,9	16.4±1.6	7.3±1.1	39 (30.8)	L+EI (30.8+61.5)	51
6N4	0,9	14.7±0.8	6.0±0.4	39 (46.2)	L+EI (46.2+53.8)	51
6N5	1,3	20.9±1.1	10.3±0.9	49 (58.8)	L+EI (5.9+88.2)	51
6O1	0,6	4.8±0.8	0.7±0.1	13 (87.5)	F (87.5)	57
6R1	1,4	5.8±0.4	2.2±0.2	15 (45.0)	L+EI (45.0+25.0)	79
6S1	12,9	7.6±0.2	1.9±0.1	12 (48.7)	S (100)	55
6S4	6,0	10.1±0.5	2.8±0.2	22 (43.0)	S (86.0)	55
6Y1	2,0	22.6±1.0	18.1±1.4	49 (62.1)	EI (100)	01
6Z9	1,5	23.0±1.8	19.6±2.1	49 (45.5)	L+EI (13.6+86.4)	01
7G3	2,4	5.8±0.4	1.0±0.5	13 (67.6)	F (67.6)	79
7O1	0,5	5.1±0.3	0.8±0.1	13 (100)	F (100)	77
7R1	0,5	3.3±0.5	1.1±0.2	15 (83.3)	L (83.3)	79
7R2	0,7	4.2±0.4	1.5±0.2	19 (90)	L (90.0)	79
8G3	1,1	4.5±0.4	0.4±0.03	13 (87.5)	F (87.5)	79

Edafické kategorie zahrnují širší rozpětí terénních podmínek (tab. 3) a nebyly shledány vhodnými k návrhu těžebních technologií na rozdíl od skupin lesních typů, které až na výjimky sdružují lesní typy podobných technologických vlastností. Pro porovnání byla vyhodnocena i homogenost přírodních podmínek pro hospodářské soubory (tab. 4) a tyto byly shledány zcela nevyhovujícími z hlediska návrhu těžebních technologií.

Mezi jednotlivými lesními typy a skupinami lesních typů byly zjištěny statisticky významné rozdíly v hodnotách potenciální vodní eroze půdy. Nejvýznamnějším faktorem ovlivňujícím hodnotu E_p byl bezesporu sklon svahu, ani vliv půdních vlastností však nelze opomenout (obr. 2). Erozí půdy byly nejvíce ohroženy lesní typy na strmých svazích a na mělkých štěrkovitých půdách. Potenciální vodní eroze půdy odpovídala funkčnímu zařazení lesů podle hospodářských souborů, kde hospodářský soubor lesů ochranných zahrnoval všechny lesní typy s potenciální vodní erozí půdy ve stupni IV, exponované HS lesní typy s potenciální vodní erozí ve stupni III a lesy hospodářské zahrnovaly lesní typy s potenciální vodní erozí půdy ve stupních I a II (tab. 5).



Obr. 2. Potenciální vodní eroze půdy jako funkce sklonu svahu pro vybrané lesní typy.

Tab. 3. Terénní vlastnosti edafických kategorií.

Edafická kategorie	Počet lesních typů	Frekvence výskytu (%)	Sklon svahu (°) prům. ± S.E.	Ep (mm/rok) prům. ± S.E.	Dominantní terénní typ	Dominantní technologický typ
A	2	2.6	19.3±1.3	9.7±1.0	49 (33.3)	L+EI (77.8+11.1)
G	3	3.7	6.0±0.9	0.7±0.3	13 (66.7)	F+Ef (66.7+8.7)
K	9	27.5	10.7±0.3	4.2±0.2	12 (28.3)	S (64.9)
L	1	0.1	5.0±5.0	0.9±0.9	13/23 (50/50)	F+Ef (50+50)
M	1	2.3	20.0±1.9	9.5±1.4	49 (30)	L+EI (33.3+43.3)
N	10	13.4	19.7±0.4	9.7±0.3	49 (43.6)	L+EI (12.8+70.1)
O	4	4.8	4.5±0.8	0.8±0.2	13 (72.3)	F+Ef (72.3+4.3)
R	3	1.5	4.9±0.3	1.8±0.2	15 (63.9)	L+EI (63.9+13.9)
S	4	23.0	7.6±0.2	2.0±0.1	12 (34.9)	S (80.9)
T	1	1.7	1.8±0.3	0.2±0.04	13 (100)	F (100)
U	1	0.3	8.2±2.6	3.1±1.3	13/23 (33.3)	F/L (50/50)
Y	2	14.7	25.6±0.4	22.2±0.5	49 (52.9)	EI (98.5)
Z	3	4.4	25.2±0.9	22.5±1.3	49 (45.7)	L+EI (8.6+90.1)

Tab. 4. Vlastnosti hospodářských souborů

HS	Frekvence výskytu (%)	Půdoochranná funkce	Ep prům.±S.E. (mm/rok)	Počet lesních typů	Dominantní technologické typy
01	19.9	Přednostní	22.3±0.5	5	L
29	1.5	Normální	0.3±0.1	3	L, F
41	0.1	Zvýšená	6.1	1	L
43	8.0	Normální	3.7±0.5	3	S, U, L
47	2.0	Normální	0.8±0.4	1	F
51	17.6	Zvýšená	9.6±0.3	12	L
53	24.2	Normální	4.3±0.2	8	S, F
55	19.4	Normální	2.2±0.1	3	S, L
57	0.8	Normální	1.0±0.2	2	S, F
77	0.5	Normální	0.8±0.1	1	F
79	6.0	Normální	1.2±0.2	5	L, F

Tab. 5. Rozpětí a frekvence stupňů ohrožení erozí

Stupeň ohrožení erozí	Rozsah potenciální eroze (mm/rok)	Frekvence výskytu (%)	Odhadnutá plocha (ha)	Rozsah sklonů vypočítaných rovnicí (3) (°)
I. bez rizika	0-2	30.4	487.92	0-7
II. nízké riziko	3-6	28.6	459.03	8-14
III. zvýšené riziko	7-16	21.9	351.50	15-25
IV. vysoké riziko	> 16	19.1	306.56	> 26

NÁVRH MODELOVÝCH TECHNOLOGIÍ PRO JEDNOTKY LESNICKÉ TYPOLOGIE

Metodika

Jako modelové technologie byly zvoleny nejméně nákladné technologie, které nepřinášejí nadměrné narušení ekosystému. Nadměrným narušením ekosystému je chápáno poškození přirozené obnovy vyžadující umělou obnovu, narušení půdního povrchu vyžadující potěžební úpravu cizorodým materiálem (nezahrnuje použití klestu z vytěžených stromů), popřípadě jiné snížení úrodnosti půdy. Podle dopadu na ekosystém lze dostupné technologie seřadit vzestupně: vrtulník – LDZ, přibližování v plném závěsu – LDZ, přibližování v polozávěsu – univerzální traktor – speciální lesní kolový traktor. Podle ekonomické náročnosti mohou být technologie vzestupně seřazeny takto: univerzální traktor – speciální lesní kolový traktor – LDZ, přibližování v polozávěsu – LDZ, přibližování v plném závěsu – vrtulník.

Maximální bezpečná délka holé seče z hlediska vodní eroze půdy byla stanovena na základě rovnic Wischmeiera (Wischmeier & Smith, 1978; McCool et al., 1982) a Stehlíka (1970). Koeficienty pro jednotlivé faktory byly převzaty či odvozeny z výše uvedených publikací, koeficient pro vegetační kryt musel být převzat ve výši pro trvalé travní porosty, neboť dosud nebyla realizována přímá měření vlivu lesních porostů. Hodnoty bezpečné délky holé seče jsou proto pouze orientační a postihují rozdíly mezi lesními typy.

Výsledky a diskuse

Analytická část ukázala, že rozpětí technologických vlastností lesních typů je úzké a umožňuje návrh modelových těžebních technologií. Celkem byly studovány vlastnosti 102 lesních typů ve dvou přírodních lesních oblastech. Homogenitu terénního a technologického typu pro lesní typy ukazuje tabulka 6.

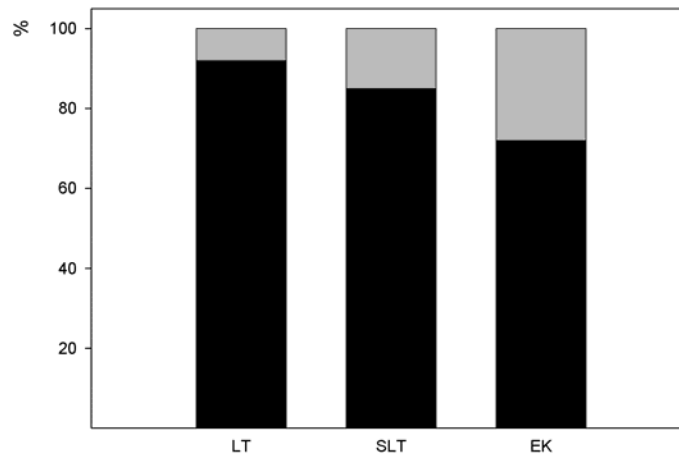
Tabulka 6. Počet lesních typů a dominantnost terénních charakteristik v přírodních lesních oblastech.

	Jizerské hory		Drahanská vrchovina		Celkem	
	počet	%	počet	%	počet	%
Počet lesních typů	44		58		102	
Terénní typ > 50 %	23	52	35	60	58	57
Technologický typ > 50 %	42	95	52	89	94	92
Terénní typ > 70 %	10	23	20	34	30	29
Technologický typ > 70 %	34	55	38	65	72	71

Modelové těžební technologie pro jednotlivé lesní typy jsou uvedeny v tabulce 7. Obecně může být aplikována jakákoliv technologie s nižším dopadem na ekosystém, nicméně je to za cenu snížení ekonomické efektivity operace.

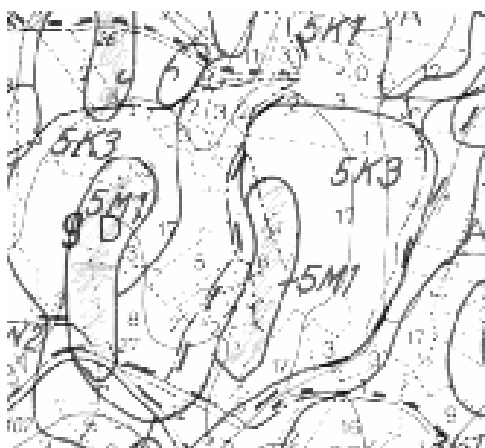
Diskutabilní je použití vyšších jednotek lesnické typologie (skupina lesních typů, edafická kategorie, vegetační stupeň) a systému hospodářských souborů pro návrh modelových technologií. Homogenita technologických vlastností byla v analytické části zkoumána i pro tyto vyšší jednotky. Skupiny lesních typů jsou nejpoužívanější úrovní pro

návrh lesnických technologií (Plíva, 2000; Průša, 2001). Ačkoliv jejich vlastnosti jsou ve většině případů homogenní, je třeba mít na paměti, že existují výjimky (např. svahové lesní typy 3B9, 4S9). Vlastnosti edafických kategorií byly shledány příliš variabilními, ačkoliv i zde je možné vysledovat určité trendy. Vegetační stupně nemohou být pro návrh technologií využity vzhledem k tomu, že odrážejí především klimatické podmínky. Obr. 3 ukazuje podíl jednotek jednotlivých klasifikačních úrovní vhodných pro návrh modelových technologií.



Obr. 3. Podíl lesních typů s jedním dominantním technologickým typem a podíly skupin lesních typů a edafických kategorií, které zahrnují pouze jeden dominantní technologický typ a tudíž mohou být použity pro návrh modelových technologií.

Během práce několikrát vyvstala otázka potenciálního užití hospodářských souborů pro návrh modelových technologií. Hospodářské soubory sdružují lesní typy příliš širokého rozpětí technologických vlastností k návrhu modelových technologií, ačkoliv určité vazby lze nalézt. Hospodářské soubory jsou navíc určeny pro celý porost (ve smyslu jednotky rozdělení lesa). Ačkoliv porosty byly vymezeny se zřetelem na přírodní podmínky, v mnoha případech nejsou tyto hranice přesně respektovány a malé fragmenty lesních typů s odlišnými vlastnostmi nejsou reflektovány v hospodářských souborech (obr. 4). Tyto fragmenty, velmi často liniová břehová společenstva, mokřadní ekosystémy, skalní výchozy apod., jsou významným zdrojem biodiversity v lesních ekosystémech a jejich zanedbání je v zásadním rozporu s myšlenkou trvale udržitelného lesního hospodaření.



Obr. 4. Typický příklad malého fragmentu zranitelného ekosystému (lesní typ 5M1) "ztraceného" v hospodářském souboru 53 – kyselé hospodářství vyšších poloh (Jizerské hory, porost 417 D 17).

ZÁVĚR

Studie byla zaměřena na prozkoumání možného použití lesnického typologického systému pro návrh modelových technologií lesního hospodaření. Trvale udržitelné přístupy v lesním hospodářství vyžadují důslednou diferenciaci technologií podle vlastností lesního ekosystému. Provedená studie ukázala, že lesní typy reprezentují všechny charakteristiky ekosystému nezbytné k návrhu technologií a mohou být využity jako informační základna pro rozhodování v moderně pojatém lesním hospodářství. Úroveň lesních typů byla shledána nejvhodnější pro návrh modelových technologií, ačkoliv nejbližší vyšší jednotka (skupina lesních typů) také obsahuje množství informací. Počet jednotek a komplikovaná klasifikace lesních typů v České republice bude nadále vyžadovat rozsáhlý výzkum rozpětí technologických podmínek jednotlivých lesních typů. Skutečnost, že lesní typy jsou popisovány v rámci přírodních lesních oblastí a popisy podobných typů se liší mezi přírodními lesními oblastmi, ztěžuje sdílení informací z různých částí České republiky. Centrální databáze lesních typů a jejich popisů by pomohla propojit znalosti získané v různých oblastech a tak stimulovat pokroky v pochopení principů stability lesních ekosystémů a trvale udržitelného hospodaření v lesích.

Tabulka 7. Modelové a podmíněné technologie pro lesní typy. L – lanová dopravní zařízení, A – univerzální traktor, S – speciální lesní kolový traktor, . DV – přírodní lesní oblast Dražanská vrchovina, JH – přírodní lesní oblast Jizerské hory a Ještěd. Maximální bezpečná délka hole seče byla vypočítána pouze pro lesní typy Jizerských hor.

Lesní typ	Modelová technologie	Lokalita	Podmíněná technologie	Maximální bezpečná délka holé seče
1C2	L	DV	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	
1G2	L	JH	v zimním období na zamrzlé půdě je možné aplikovat S, A	lesní typ rovinatého terénu, plošná vodní eroze téměř nehrozí
1K7	S	DV	při přirozené obnově omezit těžbu na sněhovou pokrývku a zamrzlou půdu	
1T1	A	JH	v období zvýšené vlhkosti půdy lze použít pouze lanová dopravní zařízení	lesní typ rovinatého terénu, plošná vodní eroze téměř nehrozí
2A1, 2A2, 2A3	L	DV	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	
2B5	A	DV	při přirozené obnově omezit těžbu na sněhovou pokrývku a zamrzlou půdu	
2B9	L	DV	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	
2C1, 2C2	L	DV	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	
2H2, 2H3, 2H4, 2H7	A	DV	v období zvýšené vlhkosti půdy lze použít pouze lanová dopravní zařízení	
2K3	S	DV	při přirozené obnově omezit těžbu na sněhovou pokrývku a zamrzlou půdu	

2K9	L	DV	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	
2S2	A	DV	při přirozené obnově omezit těžbu na sněhovou pokrývku a zamrzlou půdu	
2S3, 2S4	A,S,L	DV	terénní podmínky jsou příliš široké k určení modelové technologie	
2S9	L	DV	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	
3A1, 3A3, 3A4, 3A9	L	DV	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	
3A2	S	DV		
3B2, 3B5	A	DV	při přirozené obnově omezit těžbu na sněhovou pokrývku a zamrzlou půdu	
3B9	L	DV	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	
3C2	L	DV	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	
3D2, 3D7, 3D8	L	DV	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	
3H1, 3H2	A	DV	v období zvýšené vlhkosti půdy lze použít pouze lanová dopravní zařízení	
3JH1, H2	L	DV	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	
3K1	S	JH	v období zvýšené vlhkosti půdy lze použít pouze lanová dopravní zařízení	130 m
3K3	S	DV	v období zvýšené vlhkosti půdy lze použít pouze lanová dopravní zařízení	
3K9	L	DV	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	
3L1	A	JH	v období zvýšené vlhkosti půdy lze použít pouze lanová dopravní zařízení	lesní typ rovinatého terénu, plošná vodní eroze téměř nehrozí
3N2	L	JH	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	vzhledem k nebezpečí eroze nelze doporučit aplikaci holé seče
3O6	A	JH	v období zvýšené vlhkosti půdy lze použít pouze lanová dopravní zařízení	lesní typ rovinatého terénu, plošná vodní eroze téměř nehrozí
3S3, 3S6	A,S,L	DV	terénní podmínky jsou příliš široké k určení modelové technologie	
3S7	A	DV	v období zvýšené vlhkosti půdy lze použít pouze lanová dopravní zařízení	
3S8	A	JH	v období zvýšené vlhkosti půdy lze použít pouze lanová dopravní zařízení	lesní typ rovinatého terénu, plošná vodní eroze téměř nehrozí
3S9	L	DV	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	
3Z4	L	DV	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	
4A1, 4A5	L	DV	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	

4B9	L	DV	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	
4D4, 4D7	L	DV	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	
4S9	L	DV	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	
5A3	L	JH	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	vzhledem k nebezpečí eroze nelze doporučit aplikaci holé seče
5K1	A,S,L	JH	terénní podmínky jsou příliš široké k určení modelové technologie	
5K3	S	JH	v období zvýšené vlhkosti půdy lze použít pouze lanová dopravní zařízení	20 m
5M1	L	JH	za příznivých klimatických podmínek lze zvážit SLKT, ekosystém je velmi citlivý na narušení soudržnosti půdního povrchu	vzhledem k nebezpečí eroze nelze doporučit aplikaci holé seče
5N1, 5N2, 5N3, 5N5	L	JH	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	vzhledem k nebezpečí eroze nelze doporučit aplikaci holé seče
5O1	S	JH	v období zvýšené vlhkosti půdy lze použít pouze lanová dopravní zařízení	600 m
5S6	L	JH	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	170 m
5U1	L	JH	v zimním období na zamrzlé půdě je možné aplikovat S, A	220 m
5Y1	L	JH	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	vzhledem k nebezpečí eroze nelze doporučit aplikaci holé seče
5Z3, 5Z9	L	JH	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	vzhledem k nebezpečí eroze nelze doporučit aplikaci holé seče
6A3	L	JH	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	vzhledem k nebezpečí eroze nelze doporučit aplikaci holé seče
6K1, 6K3, 6K4, 6K5, 6K6, 6K7	S	JH	v období zvýšené vlhkosti půdy lze použít pouze lanová dopravní zařízení	160 m
6K3	S	JH	v období zvýšené vlhkosti půdy lze použít pouze lanová dopravní zařízení	200 m
6K4	S	JH	v období zvýšené vlhkosti půdy lze použít pouze lanová dopravní zařízení	400 m
6K5	S	JH	v období zvýšené vlhkosti půdy lze použít pouze lanová dopravní zařízení	250 m
6K6	S	JH	v období zvýšené vlhkosti půdy lze použít pouze lanová dopravní zařízení	100 m
6K7	S	JH	v období zvýšené vlhkosti půdy lze použít pouze lanová dopravní zařízení	140 m
6N1, 6N2, 6N3, 6N4, 6N5	L	JH	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	vzhledem k nebezpečí eroze nelze doporučit aplikaci holé seče

6O1	A	JH	podmíněně únosné půdy, těžbu omezit na zamrzlý povrch	lesní typ rovinatého terénu, plošná vodní eroze téměř nehrozí
6R1	L	JH	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	400 m
6S1	S	JH	v období zvýšené vlhkosti půdy lze použít pouze lanová dopravní zařízení	500 m
6S4	S	JH	v období zvýšené vlhkosti půdy lze použít pouze lanová dopravní zařízení	270 m
6Y1	L	JH	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	vzhledem k nebezpečí eroze nelze doporučit aplikaci holé seče
6Z9	L	JH	vzhledem k terénním podmínkám nelze doporučit jiný druh technologie	vzhledem k nebezpečí eroze nelze doporučit aplikaci holé seče
7G3	A	JH	v období zvýšené vlhkosti půdy lze použít pouze lanová dopravní zařízení	lesní typ rovinatého terénu, plošná vodní eroze téměř nehrozí
7O1	A	JH	v období zvýšené vlhkosti půdy lze použít pouze lanová dopravní zařízení	lesní typ rovinatého terénu, plošná vodní eroze téměř nehrozí
7R1	L	JH	jiná technologie není možná, zvážit přibližování v plném závěsu	lesní typ rovinatého terénu, plošná vodní eroze téměř nehrozí
7R2	L	JH	jiná technologie není možná, zvážit přibližování v plném závěsu	670 m
8G3	A	JH	v období zvýšené vlhkosti půdy lze použít pouze lanová dopravní zařízení	lesní typ rovinatého terénu, plošná vodní eroze téměř nehrozí

LITERATURA

Arocena, J.M., 2000. Cations in solution from forest soils subjected to forest floor removal and compaction treatments. *For. Ecol. Manage.* 133 (1-2): 71-80.

Dejmal, J., 1988. Jakou má strom naději přežít výchovné těžby bez zranění. *Lesnická práce* 67 (10): 459-461.

Gaertig, T., Schack-Kirchner, H., Hildebrand, E.E., Wilpert, K., 2002. The impact of soil aeration on oak decline in southwestern Germany. *For. Ecol. Manage.* 159 (1-2): 15-25.

Incerti, M., Clinick, P.F., Willatt, S.T., 1987. Changes in the physical properties of forest soils following logging. *Aust. For. Res.* 17: 91-98.

Laffan, M., Jordan, G., Duhig, N., 2001. Impacts on soils from cable-logging steep slopes in northeastern Tasmania, Australia. *For. Ecol. Manage.* 144: 91-99.

McCool, D.K., Wischmeier, W.H., Johnson, L.C., 1982. Adapting the Universal Soil Loss Equation to the Pacific Northwest. *Transactions of ASAE* 25 (4): 928-934.

Meng, W., 1978: Baumverletzungen durch Transportvorgänge bei der Holzernte. Selbstverlag der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. 159 pp.

Míchal, I., 1973. Potenciální vodní eroze půdy a lesní typy. *Lesnictví* 19 (4): 323-340.

Míchal, I., 1992. Ekologická stabilita. Veronica Brno. 244 pp.

- Modrý, M., 2000. The relationship between units of forest typology and terrain classification on SLP MZLU Křtiny. Proceedings of the International Scientific Conference Forest and Wood Technology vs. Environment, held on 20-22 November 2000, Brno, Czech Republic, pp. 239-247.
- Modrý, M., Simanov, V., 2002. Terrain properties of selected forest sites in Jizerské hory Mts., Czech Republic. *Journal of Forest Science* 48 (7): 316-325.
- Plíva, K., 2000. Trvale udržitelné obhospodařování lesů podle souborů lesních typů. ÚHÚL Brandýs nad Labem. 214 pp.
- Průša, E., 2001. Pěstování lesů na typologických základech. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce. 593 pp.
- Šach, F., 1983. Severské výsledky výzkumu vlivu těžebních strojů na stav předmýtních porostů. *Lesnická práce* 62 (12): 551-555.
- Šach, F., 1984. Poznatky o poškozování půdy těžebními stroji ve Finsku. *Lesnická práce* 63 (1): 26-30.
- Šach, F., 1994. Dopady mechanizovaného shrnování klestu na produktivnost stanoviště v hřebenové partii Orlických hor. *Práce VÚLHM* 79: 125-139.
- Simanov, V., Macků, J., Popelka, J., 1993. Nový návrh terénní klasifikace a technologické typizace. *Lesnictví – Forestry* 39 (10): 422-428.
- Štaud, V., 1963. Technologická typizace a příprava pracovišť na úseku soustřeďování dříví. Praha, SZN. 281 pp.
- Stehlík, O., 1970. Geografická rajonizace eroze půdy v ČSR. Metodika zpracování *Studia geographica* sv. 13. Geografický ústav ČSAV Brno - Academia Praha.
- Whittaker, R.H., 1973. Approaches to classifying vegetation. In: Whittaker, R.H. *Ordination and classification of communities*. Dr. W. Junk publishers, The Hague. 325-354.
- Williamson, J.R., 1990. The effects of mechanized forest harvesting operations on soil properties and site productivity. Research report No. 5, Tasmanian Forest Research Council, Inc.
- Wischmeier, W.H., Smith, D.D., 1978. Predicting rainfall erosion losses from cropland east of Rocky Mountains. USDA, SEA/AR, Agr. Handbook No. 537.
- Woodward, C.L., 1996. Soil compaction and topsoil removal effects on soil properties and seedling growth in Amazonian Ecuador. *For. Ecol. Manage* 82: 197-209.