



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta**

Hospodářská úprava lesů (vybrané části)

Brno 2014

**prof. Ing. Jaroslav Simon, CSc
a kolektiv**

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR InoBio –
CZ.1.07/2.2.00/28.0018

Autorský kolektiv:

Ing. Jaroslav Bartuněk – kap. 9

prof. Ing. Jan Čermák, CSc – kap. 3

doc. Dr. Ing. Jan Kadavý – kap. 9

RNDr. Pavel Mazal, PhD. – kap. 4

prof. Ing. Nadja Nadezdina, PhD. – kap. 3

doc. Ing. Rudolf Petráš, CSc – kap. 5,6

Ing. Richard Podlena, PhD. – kap. 1

prof. Ing. Jaroslav Simon, CSc. – kap. 2,3,8

prof. RNDr. Stanislav Vacek, Dr.Sc – kap. 7,8

**© prof. Ing. Jaroslav Simon, CSc
Ústav hospodářské úpravy lesů
FLD Mendelova universita Brno**

ISBN

OBSAH

ÚVOD	4
1 ZPRACOVÁNÍ A KONTROLY GRAFICKÉ DATABÁZE TERÉNNÍCH ŠETŘENÍ.....	5
2 KOMPLEXNÍ ANALÝZA PŘÍRODNÍHO PROSTŘEDÍ.....	11
3 PŘÍSTROJOVÁ DIAGNOSTIKA JAKO ZDROJ OBJEKTIVNÍCH INFORMACÍ O STROMECH A POROSTECH VÝZNAMNÝCH PRO LESY A LESNICTVÍ.....	18
4 VYUŽITÍ POČÍTAČOVÉ ANALÝZY OBRAZU KE ZJIŠŤOVÁNÍ STAVU LESA	46
5 RŮSTOVÉ A SORTIMENTAČNÍ TABULKY	61
6 NATURÁLNÍ A HODNOTOVÁ PRODUKCE LESA VYSOKÉHO A NÍZKÉHO	89
7 UPLATNĚNÍ POZNATKŮ O AUTOREGULACI PŘI MANAGEMENTU LESNÍCH EKOSYSTÉMŮ	102
8 PŘÍRODĚ BLÍZKÉ HOSPODAŘENÍ V LESÍCH A TVORBA BOHATĚ STRUKTUROVANÝCH LESŮ.....	126
9 KONTROLNÍ METODY	173
10 ZÁVĚR.....	188
11 CITOVANÁ A POUŽITÁ LITERATURA.....	189

ÚVOD

Obsah hospodářské úpravy lesů, jako disciplíny do značné míry závislé na společensko – ekonomické situaci se v posledních desetiletích výrazně změnil a dále se vyvíjí. Přispěl k tomu i dynamický rozvoj výpočetní techniky a zdroje celé řady disciplín, které tvoří základ hospodářské úpravy lesů. Hospodářskou úpravu aktuálně chápeme jako ekologickou disciplínu se dvěma řídicími principy:

- princip těžební významnosti a nepřetržitosti (ekonomická oblast)
- princip hospodaření v souladu s přírodními podmínkami (ekologická oblast)

Oblast praxe disciplíny je aktuálně poměrně široce diskutovaná a lze v závislosti na legislativním prostředí očekávat koncepční i detailní změny. Z tohoto důvodu se nejeví účelné, zejména z pohledu trvalejší platnosti předpokládané učebnice pojednat o problematice komplexně. Koncepce učebnice je realizována v rámci ucelených částí, které obecně v novější literatuře chybí a to buď proto, že nesledují oblast současného poznávání, případně prezentují ucelený pohled na zejména teoretickou oblast, která v aktuální praxi není využívána a jeví se perspektivní. Aktuální stav praktické oblasti hospodářské úpravy lesů pak lze nalézt v materiálech, publikacích: SIMON J., KADAVÝ J, MACKŮ J. 1998, VACEK S., SIMON J., REMEŠ J. 2007, SIMON J. a kol. 2010.

prof. Ing. Jaroslav Simon, CSc

1 ZPRACOVÁNÍ A KONTROLY GRAFICKÉ DATABÁZE TERÉNNÍCH ŠETŘENÍ

Objektivizace a zpracování údajů grafické databáze je zásadním vstupním problémem v oblasti hospodářské úpravy lesů, zejména při zpracování lesních hospodářských plánů a osnov, ale i obecně při projekční činnosti v lese. Základním problémem je vždy kvalita provedení terénních šetření.

Terénní šetření je možno rozdělit do několika částí. První částí je příprava podkladů, která přechází vlastním terénním šetřením. Další součástí je vlastní práce v terénu. Obvykle závěrečnou součástí terénního šetření je kancelářské zpracování a prezentace výsledků.

Příprava podkladů je definována zájmovým územím, v němž bude probíhat terénní šetření, a dále pak typu terénního šetření, které zároveň definuje i měřítko použitých podkladů a jejich strukturu.

Struktura podkladových dat je obvykle dána účelem terénního šetření. Jedním ze základních typů podkladových dat je informace o vlastnictví pozemků. V České republice jsou tyto informace obsaženy v Katastru nemovitostí (KN).

Pouze část katastrů je převedena do digitální podoby (katastrální mapa digitalizovaná (KMD), digitální katastrální mapa (DKM), a digitalizace postupuje pomaleji, než bylo plánováno. Postup digitalizace katastrálních map se zpomalil, původní termíny nebyly dodrženy. Ukončení digitalizace katastrálních map je plánováno v roce 2015, při současném zapojení externích subjektů do digitalizace map.

K 31. 12. 2008 bylo digitálními mapami pokryto 38 % území. Dále sama digitální data z jednotlivých katastrů nejsou v některých případech bezešvá. Přesnější mapou je DKM, vyhotovená v souřadnicovém systému S-JTSK. K obnově katastrálního operátu dochází novým mapováním, na podkladě výsledků pozemkových úprav, přepracováním souboru geodetických informací nebo převedením číselného vyjádření do digitální formy. Kontrolu a údržbu DKM provádí ČÚZK průběžně.

K 1. 1. 2012 byla katastrální mapa v digitální podobě již na 7938 katastrálních územích, což je 60,9 % z jejich celkového počtu 13 026. Zbytek území je pokryt analogovou katastrální mapou na plastové fólii, která je převedena do rastrové podoby skenováním.

Méně přesnou z hlediska použité metody je KMD, katastrální mapa jejímž zdrojovým podkladem je analogová mapa v souřadném systému Gustenberg nebo Svatý Štěpán, která je transformována do digitální formy. I tato mapa je průběžně upravována a udržována.

V případě nedigitálních katastrů máme k dispozici mapu katastru nemovitostí, která nám vždy poskytuje informaci o způsobu využití parcel. Bohužel s ohledem k historickému vývoji těchto map zde nejsou ve všech případech zobrazeny vlastnické vztahy (některé parcely

katastru nemovitostí (KN) nejsou zapsány na listu vlastnictví). V těchto případech je nutné použít tzv. mapy nazývané souhrnně mapy zjednodušené evidence – (ZE). A to především mapy bývalého pozemkového katastru – (BPK), dále jsou v některých případech stále používány mapy evidence nemovitostí – (EN), a přídělový plán, nebo jiný doklad (dříve grafický příděl) – (GP). Vlastnickou situaci z těchto map je nutno promítnout do mapy KN.

Výsledné zobrazení z výše uvedených důvodů (především neexistence bezešvých digitálních podkladů) je při přípravě parcelní mapy transformováno, nebo primárně vektorizováno na podklad skenovaných rastrů mapy SM 1:5000.

Další vhodnou součástí podkladových dat je využití leteckých snímků, obvykle již zpracovaných do podoby ortofotomap, kdy na základě transformace leteckých snímků za pomoci vličovacích bodů a digitálního modelu terénu vznikne souvislý podklad, který je transformován do aktuálního souřadného systému. Ortofotomapa v kombinaci s dalšími daty zajišťuje a usnadňuje orientaci v terénu.

Kromě vlastnických podkladů a ortofotomapy jsou mapové podklady pro terénní šetření obvykle doplněny ještě o speciální kresbu.

1.1 Metodika práce terénního šetření je rovněž závislá na technologické úrovni

- 1) Šetření probíhá pouze analogově, za pomoci mapových podkladů v papírové podobě a měřič je závislý na využití a orientaci prostřednictvím těchto podkladů nebo jednoduchých přístrojů a vybavení.
- 2) Šetření se uskutečňuje za pomoci analogových podkladů, při terénním šetření je využití pro orientaci měřiče využito složitějších přístrojů, jako je například GPS. Výsledky terénních šetření jsou zaznamenány a prezentovány analogově.
- 3) Příprava podkladů je kombinací digitálních dat, terénní šetření probíhá za podpory složitějších přístrojů, například GPS, následné zpracování je rovněž založeno na převodu analogové kresby a její transformace do digitální podoby.
- 4) Pořízení dat je zajištěno prostřednictvím sofistikovaných přístrojů, terénních počítačů – PDA s GPS, nebo Tablet PC s GPS, vše probíhá v digitální podobě, včetně terénního šetření, pořízení dat v terénu klade vyšší nároky na měřiče, nejen z hlediska odbornosti, ale také z hlediska zvládnutí technologické náročnosti ovládnutí přístroje.

Přenos digitálních dat je potom zajištěn různými způsoby, dle nastavení a složitosti technologické linky. Data jsou v jednodušších případech verifikována a zpracována manuálně, v případech složitější a propracovanější technologické linky jsou data přebírána automaticky.

1.2 Terénní šetření je rovněž možno rozdělit na základě typu provedené úlohy

- A) Poměrně častým typem úlohy pro terénní šetření je navigace na ploše, popřípadě vytyčení ploch a analogový záznam takto pořízených dat. V tomto případě je možno využít jednoduchých metod a přístrojů s nižší dosahovanou přesností. Pro vytyčení ploch je potřeba získat vyšší přesnost a v těchto případech je možno využít měření GPS s diferenčními korekcemi tak, aby byla zajištěna vyšší přesnost.
- B) Dalším typem úlohy je záznam bodových objektů, které mohou být doplněny připojenou databází. V tomto případě lze využít přístrojů složitějších, v současnosti především typu GPS pro GIS, doplněného vhodným software (SW), který umožní práci s připojenou databází a rovněž zpřesnění a vyhodnocení naměřených dat.
- C) Složitějším typem úlohy je záznam liniových objektů, které mohou taktéž být doplněny databází. Tento typ úlohy je rovněž možno zajistit například typem přístroje GPS pro GIS s použitím vhodného SW pro práci s databází a korekcí naměřených dat. Jednou z možných alternativ k této metodě měření je v minulosti využívaný buzolní pořad, v současnosti především využití sestavy laserového dálkoměru doplněného elektromagnetickou buzolou. Tato sestava umožňuje měření v lokálních souřadnicích, v případě připojení polygonu rovněž i přenos do globálních souřadnic. Tato úloha je typově vhodná jak pro PDA s GPS, tak pro sestavu Tablet PC s GPS, v případě této sestavy je výhodou větší přehlednost, na úkor vyšší hmotnosti a pořizovací ceny.
- D) Sofistikovaným typem úlohy je tvorba plošných objektů s připojenou databází. V tomto případě je již nezbytné využití Tablet PC.

V případě analogového šetření je základem kancelářské přípravy zajištění mapových podkladů v papírové podobě. Terénní šetření je možno provádět několika způsoby. Nejjednodušší a nejméně technologicky náročné je terénní šetření, které je závislé pouze na prostorové orientaci měřiče v terénu s využitím běžně dostupných pomůcek mezi které patří mapové podklady, buzola a pásmo. Ve složitějších případech historicky bylo využito například buzolních teodolitů.

V současné době je možno pro zpřesnění zákresu do analogových podkladů v terénu využít laserových dálkoměrů, při měření vzdálenosti tímto typem přístroje je důležité brát v úvahu sklon svahu, jímž může být zakreslena měřená vzdálenost. Složitější přístroje již pracují přepočtem a korekcí vzdálenost v závislosti na sklonu svahu.

Pro určení polohy a její zpřesnění je možno rovněž využít jednodušších přístrojů systému GPS.

Navigační systém GPS je jedním z globálních navigačních družicových systémů (Global Navigation Satellite System – GNSS). Pro účely ruské armády byl vyvinut systém GLONASS, který je obdobou systému GPS. V současné době je tento systém k dispozici i pro civilní uživatele s celosvětovým pokrytím. Tento systém využít v našich podmínkách jako rovnocenný doplněk stávajícího systému GPS, pokud disponujeme přístrojem, který je vybaven na příjem tohoto signálu.

V přípravě je navigační systém GALILEO, projekt Evropské Unie, který by se měl stát alternativním navigačním systémem. V původní podobě, která byla naplánována v roce 1999, se mělo jednat o evropský projekt, který by byl financován ze soukromých zdrojů s termínem zahájení v roce 2008. V důsledku nezájmu investorů, došlo k přehodnocení projektu a projekt je hrazen z rozpočtu Evropské unie. Systém by se měl skládat celkem ze 30 družic.

V případě měření GPS existují dva typy měření, které se liší svojí přesností běžnější a méně přesné je tzv. kódové měření, výpočet polohy je založen na získání informace z družic. Každá družice vysílá unikátní kód, který je GPS přístroj schopen rozlišit a určit čas kdy byl tento signál vyslán. Na základě rozdílů času mezi vysláním a příjmem signálu je schopen určit vzdálenost družice, kterou následně použije k určení přesnosti polohy. Signál z družic, které jsou umístěny nízko nad obzorem je více náchylný ke zkreslení, neboť je více ovlivněn atmosférou při průchodu a proto se v některých případech již v nastavení přístroje vyloučí z měření signál z družic, které jsou nad obzorem níže nežli 5° - 10° . Toto opatření se nazývá elevační maska.

Přesnějším typem měření je měření fázové. Tento typ měření se využívá u složitějších přístrojů. Fázové měření pracuje s výpočty na základě měření vlny signálu GPS. Tento typ měření je náchylný na jakékoliv přerušení signálu, které znemožní výpočet měření. Dostupnost spojitěho signálu po určitou dobu obvykle v lesních porostech bývá problematická.

Typy GPS přístrojů je možno rozlišit na základě využití do několika kategorií. Nejlevnější a nejdostupnější jsou přístroje sloužící jako navigace v automobilech pro turistické účely, pro sledování vozidel a další účely přičemž jsou obvykle integrovány s některým typem kapesního počítače (PDA). Tyto GPS jsou obvykle vybaveny citlivým čipem SIRF III., který zaručuje příjem signálu i za nepříznivých podmínek, bez ohledu na přesnost tohoto signálu. U těchto přístrojů se obvykle neaplikují žádná nastavení parametrů příjmu signálu. Většina těchto přístrojů není vybavena ochranou proti vlivům vnějšího prostředí, je však několik přístrojů PDA s GPS jednoduššího typu, které jsou odolné proti vlivům vnějšího prostředí.

Výhodou těchto přístrojů je dostupnost a nízká hmotnost. Nevýhodou je malá kontrola nad kvalitou přijímaného signálu a tím pádem i přesností měření. Pokud se nacházíme v oblasti kde je příjem signálu optimální, je možno dosáhnout přesnosti určení polohy v řádu metrů. Jelikož kvalita signálu v čase a místě kolísá, obvykle se objevují časové periody, ve kterých může dojít ke zhoršení příjmu signálu, a přesnost určení polohy se pak může pohybovat v řádu desítek metrů. V případě těchto zařízení zpravidla není efektivní využití postprocesních korekcí. Příjem korekcí ze sítě EGNOS, přináší zpřesnění určení polohy i u těchto typů zařízení. V současné době dochází posílení pokrytí signálem sítě EGNOS.

Žádoucím způsobem zpracování levnějšími GPS přístroji je obvykle přenesení změřených dat do analogové mapy. Další zpracování měřených dat v elektronické podobě je obvykle neekonomické, neboť tato data jsou ve většině případů zatížena poměrně velkou chybivostí.

Další kategorií přístrojů jsou zařízení GPS pro GIS. Jedná se o PDA s GPS, která využívají kódová, a v některých případech i fázová měření. Přístroje GPS v této kategorii již zpravidla umožňují podporu využití příjmu signálu z ruských satelitů GLONASS. Kombinace systému GPS a GLONASS je možno využít v nepříznivých podmínkách měření, kdy není dostatek satelitů GPS, a díky kombinaci se satelitem GLONASS je možno i přesto určit polohu a zahájit měření.

V této kategorii se vyskytují přístroje od různých výrobců. Z hlediska dostupnosti lze zvolit např. přístroje výrobce Trimble, typ Geoplotter GeoXT a GeoXH.

Obvykle jsou tyto přístroje odolné proti vlivům vnějšího prostředí. Zároveň s kvalitou stoupá i cena a hmotnost zařízení. Tyto přístroje jsou již zpravidla rovněž vybaveny technologiemi, které umožňují uskutečňovat přesná měření i v nepříznivých podmínkách, především pomocí eliminace zkreslených a odražených signálů. V těchto přístrojích je vždy využít možnosti nastavení elevační masky a diskriminaci příjmu ze satelitů, jejichž signál neodpovídá požadavkům na kvalitu nebo míru zašumění. Z hlediska přesnosti i produktivity měření v lesních porostech je velmi výhodné využití externí antény umístěné na výtyčce, obvykle ve výšce 2 m. V tomto případě nedochází k částečnému zakrytí příjmu ze satelitů při nevhodném postavení měřiče, jako je tomu v případech, kdy měřič pracuje s přístrojem tak, že jej drží před sebou zhruba ve výšce 1,3 m.

Tyto typy přístrojů jsou obvykle využívány tehdy, pokud je potřeba zaručit vysokou přesnost. Přesnost měření je možno dále zvýšit využitím diferenčních korekcí. Tyto korekce umožňují zpřesnit měření. Korekce je možno využít buďto v reálném čase, anebo je možno zpřesnit měření dodatečně.

Pro účely zpřesnění určení polohy je možno využít příjmu signálu ze systému SBAS (Satellite Based Augmentation Systems). Systém je založen na měřících stanovištích na zemi, které jsou schopny vyhodnotit aktuální stav systému GNSS a stav ionosféry a na základě těchto informací vypočítat korekční (zpřesňující) data. V Evropě je tento signál šířen prostřednictvím geostacionárních družic sítě EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) a je volně dostupný. Tento systém je primárně určen pro leteckou a námořní dopravu a proto jsou družice umístěny nad rovníkem. Z tohoto důvodu je příjem signálu z družic systému EGNOS v České republice dostupný pouze v některých případech.

Další možností je online korekce přijímaná pomocí připojení k internetu, ze sítě poskytovatele korekčních dat.

V České republice je možno využít korekčních dat od různých poskytovatelů. V současné době existují dvě síťová řešení, která pokrývají celou republiku. Jedním z těchto řešení je síť Trimble Vrsnow od firmy Trimble, která zajišťuje tuto službu v řadě států světa. Dále je možno využít korekcí od poskytovatele ČÚZK, který provozuje síť CZEPOS. Výhodou tohoto řešení je, že na základě příjmu korekčních dat dochází ke zpřesnění určení polohy

v reálném čase. V obou případech se jedná o placenou službu. K příjmu korekčních dat je vhodné propojit GPS s mobilním telefonem s datovými službami. Modernější přístroje jsou již vybaveny modemem pro datový přenos přes sítě mobilních operátorů. Nevýhodou je, že na řadě míst není v lesních porostech dostupný signál GSM

1.3 Terénní šetření je rovněž možno rozdělit na základě typu provedené úlohy

- E) Poměrně častým typem úlohy pro terénní šetření je navigace na ploše, popřípadě vytyčení ploch a analogový záznam takto pořízených dat. V tomto případě je možno využít jednoduchých metod a přístrojů s nižší dosahovanou přesností. Pro vytyčení ploch je potřeba získat vyšší přesnost a v těchto případech je možno využít měření GPS s diferenčními korekcemi tak, aby byla zajištěna vyšší přesnost.
- F) Dalším typem úlohy je záznam bodových objektů, které mohou být doplněny připojenou databází. V tomto případě lze využít přístrojů složitějších, v současnosti především typu GPS pro GIS, doplněného vhodným software (SW), který umožní práci s připojenou databází a rovněž zpřesnění a vyhodnocení naměřených dat.
- G) Složitějším typem úlohy je záznam liniových objektů, které mohou taktéž být doplněny databází. Tento typ úlohy je rovněž možno zajistit například typem přístroje GPS pro GIS s použitím vhodného SW pro práci s databází a korekcí naměřených dat. Jednou z možných alternativ k této metodě měření je v minulosti využívaný buzolní pořad, v současnosti především využití sestavy laserového dálkoměru doplněného elektromagnetickou buzolou. Tato sestava umožňuje měření v lokálních souřadnicích, v případě připojení polygonu rovněž i přenos do globálních souřadnic. Tato úloha je typově vhodná jak pro PDA s GPS, tak pro sestavu Tablet PC s GPS, v případě této sestavy je výhodou větší přehlednost, na úkor vyšší hmotnosti a pořizovací ceny.
- H) Sofistikovaným typem úlohy je tvorba plošných objektů s připojenou databází. V tomto případě je již nezbytné využití Tablet PC.

2 KOMPLEXNÍ ANALÝZA PŘÍRODNÍHO PROSTŘEDÍ

2.1 Přírodní prostředí a jeho složky

Prostředí organismu - vše co působí z okolního prostoru na organismus.

Faktory - abiotické

- biotické

- antropické - necílené ovlivňování

Faktory se člení na složky, které mají různý vliv na produkční schopnost organismu (schopnost přeměny látek a vytváření biomasy). Složky mají různou váhu z hlediska života rostliny.

Dělíme je na:

- nekvantifikovatelné,
- kvantifikovatelné, lze vymezit při kvantifikaci - pás optima - meze tolerance), které jsou

[↓]

druhově specifické

[↓]

Existuje vzájemné ovlivňování složek (synergismus), (např. voda x teplo, imise x vítr).

Z uvedeného pohledu organismem nás zajímajícím je:

- strom (biometrické hledisko),

- les - soubor planě rostoucích rostlin (hospodářsko - úpravnické hledisko),

- biocenóza - soubor organismů se vzájemnými vnitřními vztahy (hledisko řízení přírodních procesů)

Abychom mohli ovlivňovat tu část přírodního prostředí, kde se vyskytují organismy nás zajímající, rozdělujeme, členíme (podle výběru nejvýraznějších faktorů) prostředí na jednotky (lesnická typologie).

2.2 Určující faktory a složky

2.2.1 Abiotické

- f. světla - porostní f.
- f. tepla - klima faktor
- f. vodní - klima faktor
- f. chemický - pedologický f.
- f. mechanický - pedologický f.

2.2.2 Biotické

- f. biomechanický
- f. biochemický
- alelopatické f., porostní
- f. biofyzikální

2.2.3 Antropické

kompl. antropický tlak (celá řada provázaných, těžko oddělitelných složek)

[↓]

Uvedené faktory a složky mají různou váhu.

Dále lze jmenovat ještě hospodářský faktor, cílené zásahy člověka.

2.3 Váha faktorů a složek - ve vztahu ke klasifikaci

Vyjadřuje závislost mezi rozsahem nabídky prostředí, rozsahem mezí tolerance, s ohledem na průnik četností výskytu a synergentní vztahy.

2.3.1 Faktor světla

> intenzita (kultury)

> barva

sluneční záření - vlnové délky 200 - 3 000 nm

zelené rostliny - pro potřebu asimilace CO₂ - potřebují - 450 - 670 nm (modrá - oranžovočervená) což je v našich podmínkách - 100 % zajištěno > nízká váha faktoru (z hlediska hodnocení přírodního prostředí)

2.3.2 Faktor tepla

- Meze tolerance (stromy)
- poškození horkem > 45 - 55⁰ C
 - poškození chladem (mrazem) < - 25⁰ C
 - pás optima - 10 - 25⁰ C

Počátky dějů

- růst kořenů > 2 - 5⁰ C
- klíčení > 8 - 10⁰ C (15 - 25⁰ C opt.) - variabilní, velmi významný faktor
- růst prýtlů > 10⁰ C

Jde o variabilní velmi významný faktor, kde jsou k dispozici často pouze generalizované hodnoty, při jejichž využití dochází k rozporu s lokálním teplotním režimem.

Tedy prakticky - pouze pro nadmořskou výšku.

rozpor - potřeba lokálního přesného posouzení, k dispozici často pouze generalizované hodnoty, proměnlivost lokálního režimu a general. hodnot

- LVS daný nadmořskou výškou necharakterizuje běh teplot (Krkonoše)
- obecné vyjádření faktoru ročních teplot je velmi hrubé

[↓]

- 25⁰ - 0⁰ C (5 %) - vegetační klid

- > - 25⁰ C - poškození mrazem
- > 0⁰ C - počátek fyziol. pochodů
- > 5⁰ C - počátek růstu kořenů
- > 10⁰ C - počat rašení, asimil. optimum (15⁰ C)
- > 25⁰ C - ústup fyziologických aktivit
- > 35⁰ C - poškození horkem

Pro přesnější hodnocení lze využít metody sum efektivních teplot (SET)

$$SET = \sum_{n=1}^n t_e$$

2.3.3 Vodní faktor

3 složky: - vzdušná vlhkost

- srážky (dostupné)

- půdní vlhkost

Základní - potřeba vody stromem (porostem), (disponibilní využitelná voda).

DB	BŘ	BO	MD	SM	DGL	BK	Potřeba vody (g) na produkci 1 g sušiny biomasy
344	317	300	257	231	173	169	

Tabulka 1: Potřeba vody (g) na produkci 1 g sušiny biomasy

Uvedené prezentuje rozdílnou efektivnost zpracování, využití vody.

2.3.4 Půdní faktor

- složka chemická - (diferencovaně po horizontech)
- organické elementy - C, O, H
- minerální elementy - N, P, S, K, Ca, Mg
- stopové prvky - kovy Mg, Fe, Mn, Zn, Cu
- ostatní - Ce, B
- složka fyzikální - odvíjí se od chemické a mechanické (schopnost udržet CO₂)
- složka mechanická - pórovitost, provzdušnění

- schopnost vázat vodu
- nasákavost

Jednotlivé složky se vzájemně ovlivňují.

2.4 Zajištěnost produkce hodnocená na úrovni vodní bilance (zjednodušený příklad)

Základní vztahy

$$PR_n = PR - L_i$$

PR_n - čisté srážky

PR - celkové srážky

L_i - intercepce (výpar)

$$PR - L_i = D W + L_E + L_O$$

L_E - evapotranspirace (transpirace + výpar z půdy)

L_O - odtok, průsak

$D W$ - disponibilní voda v půdě

Př. III LVS - $PR = 550$ mm

VI LVS - $PR = 1050$ mm.

SM - L_i - 15 - 35 % ~ 20 %

- L_E - 46 % ~ 30 %

- L_O - 25 - 40 % ~ 30 %

80 % (generalizované hodnoty), tedy

III LVS - $D W$ - 110 mm

VI LVS - $D W$ - 210 mm.

Disponibilní voda v půdě, kterou může les využít.

Předpokládejme:

Mýtní porost:

SM, I bonita, N - 450 stromů

stupeň clonění - 85 %,

tedy na 1 strom - $10\,000\text{m}^2 : 450 = 22,2\text{ m}^2$. $0,85 = 18,9\text{ m}^2$ cloněné plochy, i plochy kořenového systému.

Uvedené prezentuje:

III LVS - 1 455 l/ročně ~ 6,30 kg sušiny

VI LVS - 2 778 l/ročně ~ 12,03 kg sušiny

Nyní:

CBP (SM 100 let, I bon.) = $3\text{ m}^3 / \text{ha}$, tedy $3\text{ m}^3 : 450 = 0,007\text{ m}^3 / \text{strom}$, tedy 7 dm^3

($0,448\text{ g/cm}^3$ dřeva - specifická suchá váha dřeva),

tedy $7\,000\text{ cm}^3$ dřeva $\times 0,448\text{ g} = 3136\text{ g}$ sušiny = $3,136\text{ kg}$ (hmota hroubí)

je nutno přičíst:

- větve - 25 %

- kořeny - 15 % } 2,57 kg

- jehličí - 5 %

Uvedené prezentuje tedy $5,71\text{ kg}$ sušiny ročně.

Tedy: III LVS je za optimálních podmínek zajištěno,

VI LVS je výrazná 60 % rezerva.

Závěr: Vytváření smrkových porostů ve III. LVS a níže je z uvedeného pohledu riskantní, a to i ve směsi dřevin (vzhledem k potřebám vody ostatními dřevinami).

2.5 Backmannův růstový zákon (1943) (Zjednodušený příklad)

(vztahuje se zejména na výškový růst)

Základní vztahy

$$\log Z = K \cdot \log T^2,$$

kde Z - běžný přírůst

K - konstanta (záporná)

T - věk stromu (reálný)

$\log T^2$ - organický čas, stejné časové úseky se jeví jinak jako starému a mladšímu.

Životní úseky přírůstového součtu z celkové hodnoty

(problém stanovení pro dřevinu a stanoviště)

kulminace BP - 15,9 %

zralost - 50,0 %

začátek semility - 92,1 %

úmrtí - 95,3 %

Výpočet dosažitelné konečné hodnoty

$$S = (S_K / 16) * 100$$

S - dosažitelná konečná hodnota přírůstového součtu

S_K - součtová hodnota v roce kulminace

Př.

Lokalita Bílé Karpaty - Sidonie

BK, I bonita

$$S_K = 16 \text{ m}$$

kulminace BP - 30 let (RT)

$$S = (S_K / T_{BP \text{ MAX}}) * 100 = (16/30) * 100 = 53 \text{ m.}$$

Odpovídá maximálním měřeným hodnotám z lokality.

3 PŘÍSTROJOVÁ DIAGNOSTIKA JAKO ZDROJ OBJEKTIVNÍCH INFORMACÍ O STROMECH A POROSTECH VÝZNAMNÝCH PRO LESY A LESNICTVÍ

Optimální cílená volba strategie managementu na úrovni lesního ekosystému, případně (KORF 1955; KRAMMER 1988) strategie hospodářské musí být vždy založeny na objektivním posouzení stavu lesa a konkrétní formulaci cílové představy. K uvedenému se běžně používá široká škála biometrických metod a na ně navazující matematické modelování (ŠMELKO 2007, PRETZSCH 2009, SIMON et al. 2010). Tento postup pro běžné provozní plánování dosud v podstatě dostačoval, opomíjí však využití informací, které dnes poskytuje řada v běžných terénních podmínkách použitelných ekofyziologických metod. Tyto metody se zejména v posledních letech velmi intenzivně rozvíjejí a poskytují dříve nedostupné informace, čímž přinášejí často nový pohled na problematiku a výrazně rozšiřují aplikační úroveň. Předložený příspěvek si klade za cíl rámcově upozornit na některé propracované a ověřené metody s naznačením příkladů realizačního využití.

3.1 Voda a struktura stromů

Vodní provoz rostlin je všeobecně spojen s největšími toky energie v ekosystémech. Voda je nejčastější přírodní limitující faktor růstu (neuvažujeme-li arktické oblasti a vrcholky hor) a nezbytným základem umožňujícím existenci dalších fyziologických procesů. Lesy jsou největším kontrolním mechanismem koloběhu vody na kontinentech a klimatu. Největší objem struktur stromů a porostů představuje jejich vodovodivý systém, zahrnující jak dřevo, tak lýko, změny velikosti vodivého systému představují růst. Současná technika nám umožňuje měřit mobilní soupravou přístrojů nezávislou na stacionárních objektech kvantitativní parametry vodního provozu, struktury a růstu na úrovni celých stromů a porostů a jejich kombinací i na úrovni povodí či větších lesních celků.

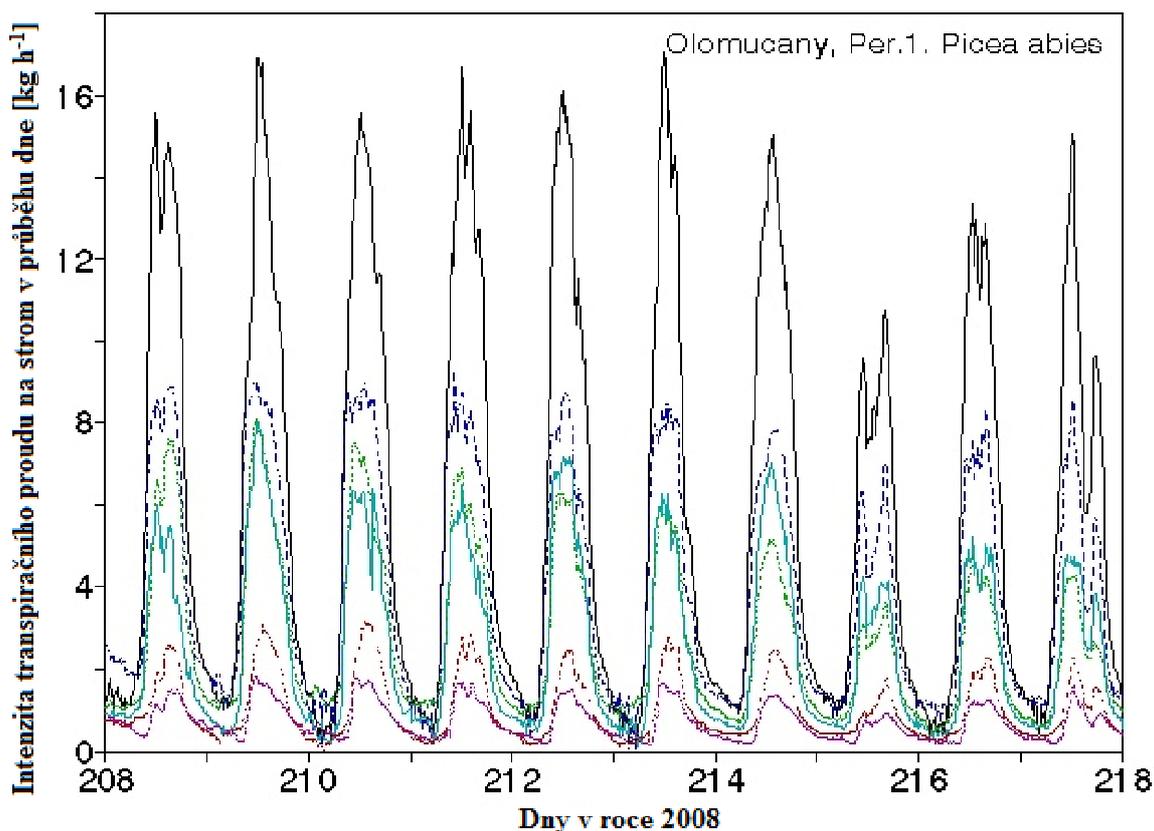
3.2 Denní a sezónní dynamika transpiračního proudu

K měření transpirace, resp. transpiračního proudu (průtoku vody v kmenech a skeletu stromů) je k dispozici **metoda tepelné bilance** kmene (THB), měřící celkový tok vody stromem (Čermák et al. 1973, 1982, 2004) a **metoda deformace tepelného pole** (HFD, NADEZHDINA et al., 1998; ČERMÁK a NADEZHDINA 1998) založená na poměru toku tepla v axiálním a tangenciálním směru a umožňuje měřit v řadě bodů napříč bělí tedy získat radiální profily transpiračního proudu. Obě metody pracují jak na úrovni jednotlivých **stromů** (v případě potřeby i jejich částí), tak na úrovni **porostu** (Obr. 1).



Obr. 1: Lesní porost smrku ztepilého v horské oblasti (povodí Liz na Šumavě) se sérií stromových vzorníků zapojených pro dlouhodobá měření.

Příklad **denních průběhů transpiračního proudu**. Proud integruje chování celých stromů a je velmi citlivý na jakékoli změny vnějších podmínek, tedy i diagnostiku míry stressových podmínek apod. (**Obr. 2** – ČERMÁK, PRAX 2009). Obrázek ukazuje kvantitativní rozdíly u série denních průběhů proudu a mezi stromy různých tloušťek ve smíšeném lese Školního lesního podniku Mendelovy univerzity u Olomučan, kde denní amplituda proudu se pohybovala u nejmenších stromů nevysoko nad 1 litrem za hodinu (tj. asi 10 litrů za den) a u největších stromů kolem 16 litrů (tj. asi 160 litrů za den).



Obr. 2: Kvantitativní rozdíly u série denních průběhů proudu a mezi stromy různých tlouštěk ve smíšeném lese Školního lesního podniku Mendelovy univerzity u Olomučan (ČERMÁK, PRAX 2009).

Sezónní spotřeba vody smrkovým porostem se pohybovala mezi 150 až 250 mm. V případě intenzivně transpirujícího smíšeného lužního lesa na Břeclavsku v období nelimitující dodávky vody z půdy šlo o rozmezí u jednotlivých stromů asi mezi 30 až 600 litrů vody za den, v sezónním úhrnu cca 250 až 450 mm (nižší z uvedených hodnot se týká přechodného období bez záplav po regulaci vodotečí při výstavbě přehrad). Nejvyšší transpiraci, cca 1000 litrů vody za den jsme zjistili u solitérních polykormonů vrby (*Salix fragilis*). Díky kulovitému tvaru korun stromů byly vyšší než potenciální evapotranspirace (PET). Ta byla vypočtená po dosažení „klasické“ globální radiace, tedy radiace dopadající na vodorovnou plochu, do příslušného vzorce, koruny stromů však většinou mají tvar prostorový – ČERMÁK a KUČERA 1900. 35 vrb spotřebovalo stejné množství vody jako tráva na celém hektaru (ČERMÁK et al. 1984). Na několika lokalitách (Soběšice u Brna – smíšený les, Lednice – lužní les, Rajec - smrčina) jsou k dispozici data měřená po dobu 10-15 let v rozmezí cca 30-40 let (ČERMÁK et al. 2001). Na základě modelování bylo možné přibližně odvodit historickou situaci až do 12. století (PRETSCH et al. 2003).

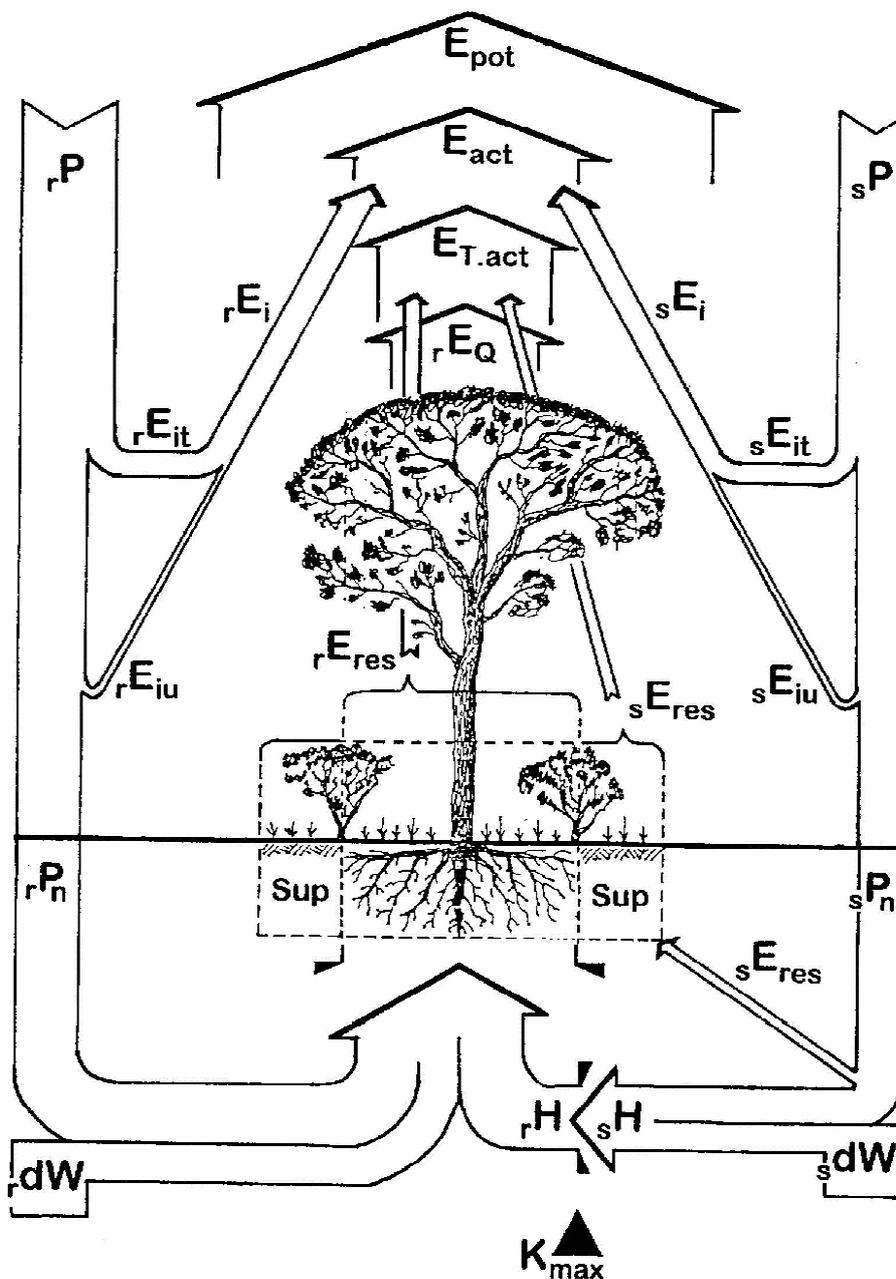
3.3 Vodní bilance porostů.

Stejně údaje slouží i pro výpočet vodní bilance porostů. Příklad zachycuje situaci v lužním lese u Lednice (Obr. 3). Písmeny jsou označeny jednotlivé složky vodní bilance (P=srážky,

E=evaporace, dW =zásoba vody v půdě, H=horizontální transport vody, K=hydraulická vodivost půdy), šíře šipek ukazuje intenzitu proudů vody. Tento les je za normálních podmínek na Jižní Moravě závislý především na dodávce podzemní vody (během slunné sezóny až ze 70 %). (ČERMÁK et al. 1982, 1991). V případě podstatného snížení hladiny podzemní vody a jejímu zaklesnutí z cca 1-2 m hluboké povrchové vrstvy těžké půdy o 1-3 m až do podložního štěrkopísku, (k jakému došlo např. v důsledku regulace Dyje), porostní transpirace klesla na polovinu. Při tom došlo ke zvýšení mortality druhů jak keřového porostu (zejména svídy), tak i stromů hlavního porostu (dub letní, jasan ztepilý, lípa srdčitá aj) s nižším sociálním postavením. Šlo o jmenovitě o stromy, které nebyly strukturálně vyváženy (měly malou plochu obalovou plochu kořenových systémů ve srovnání s plochou osvětlených listů). Rozhodující se při tom staly vlastnosti půdy. Při snížení objemové vlhkosti půdy v blízkosti kořenů o 4% klesl vodní potenciál, půdy o 8 barů, ale hydraulická vodivost půdy 100x! Největší mortalita byla ovšem u stromů s nedostatečně vyvinutým kořenovým systémem ČERMÁK, PRAX, 2009).

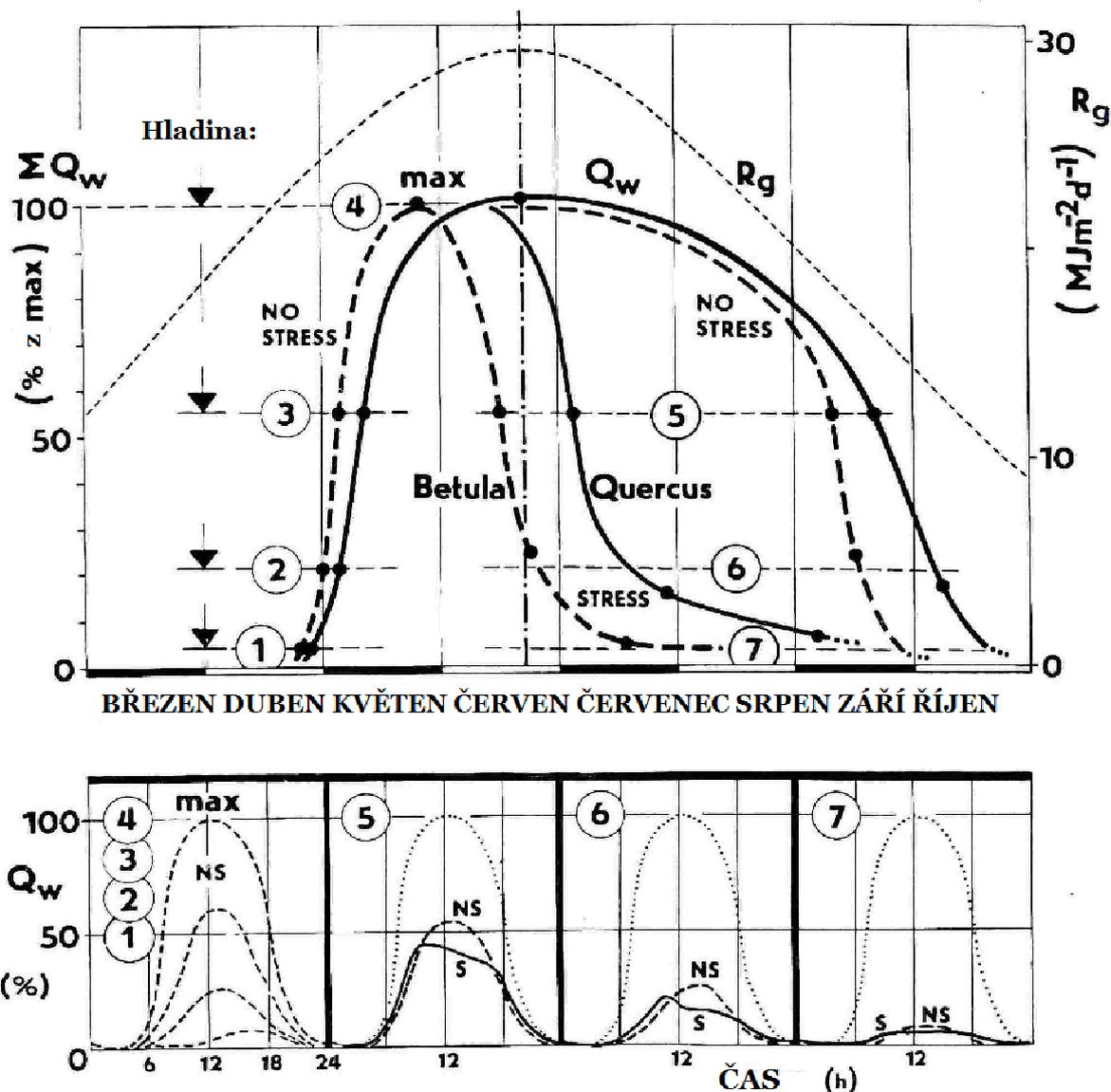
Žádná podzemní voda

Suché počasí



Obr. 3: Vodní bilance v lužním lese u Lednice vypočtená s rozlišením objemu půdy prokořeněné stromy hlavního porostu a okolí půdy prokořeněné jen keři a bylinami podrostu (supplementary soil volume = Sup). Šířka sloupečků odpovídá množství vody v jednotlivých tocích. P=srážky, s indexy r a s (na půdu prokořeněnou – rooted – stromy, nebo podrostem), P_n=netto srážky bez intercepce padající na půdu. E_i=intercepce, E_{pot} a E_{act} je potenciální a skutečná evapotranspirace, E_T je transpirace, E_Q její část měřená prostřednictvím transpiračního proudu. E_{res} je transpirace zbývajících rostlin. dW je tok vody z půdních zásob, H je horizontální tok ze půdy neprokořenělé stromy. K_{max} je maximální hydraulická vodivost půdy (jako hodnota limitující horizontální tok vody).

3.4 Detekce vodního stresu (suchem nebo převlažením)

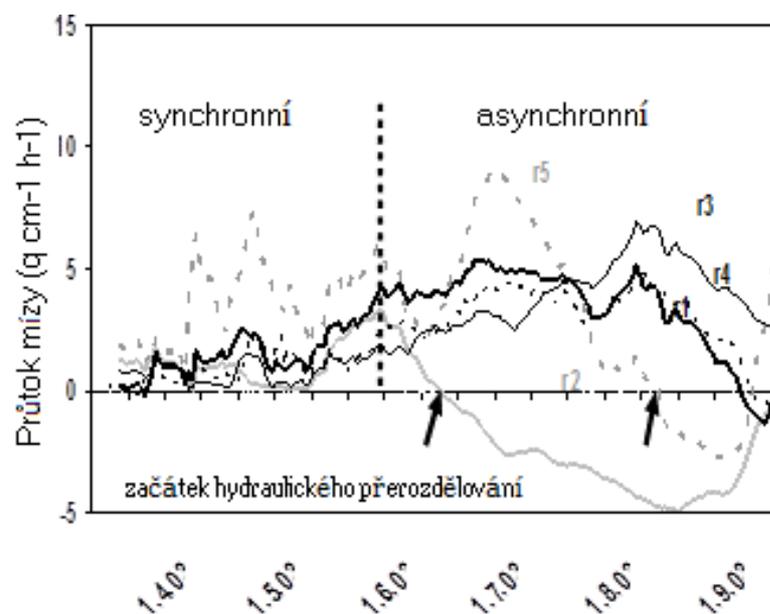


Obr. 4: Sezónní a denní průběhy transpiračního proudu u mělce a hluboce kořenících druhů dřevin (břízy bílé a dubu zimního) za podmínek dobrého zásobování vodou a za silného přísušku. Hodnoty proudu na sezónní křivce jsou obalové (jako kdyby nepršelo) a normalizovány (na 100%) pro snazší srovnání. Křivka radiace slouží pro lepší orientaci v průběhu sezóny. Na spodním panelu jsou denní křivky označené „s“ a „ns“ (tedy při výskytu stresu a podmínek bey stressu = no stress) a očíslované stejně jako jejich poloha v sezóně.

Nedostatek vody v půdě (stress suchem) nebo její přebytek působící nedostatek vzduchu (hypoxie) patří mezi nejčastější příčiny jednotlivého či hromadného odumírání stromů působením abiotických činitelů. Situace je patrná u dvou druhů s různou distribucí kořenového systému (hlubokého u dubu - *Quercus* a mělkého u břízy - *Betula*) - Obr. 4. Sezónní amplituda je uvedena v % maxima. Vegetační období je charakterizováno průběhem

sluneční radiace (R_g). V sezónním průběhu za podmínek dostatečného zásobování stromů půdní vodou trvá transpirace (resp. transpirační proud (Q_w), v závislosti na rozvoji listoví) cca od konce dubna do konce října (mimo řidčeji se vyskytující transpiraci jehličnanů např. během teplých zim). Jestliže se vyskytne silný přísušek, transpirace prudce klesá, a k tomu může dojít u mělce kořenících druhů již v červnu. Pak mají stromy již v červenci suché listoví a odumírají). Transpirace hluboce kořenících druhů, které mají k dispozici větší objem půdy, při tom může probíhat bez omezení. Jestliže však následuje několik suchých let po sobě, i v dosahu hlubokých kořenů je vyčerpána voda a takový strom reaguje podobně jako ten mělce kořenící, i když o něco později. V průběhu sezóny se mění i tvar denních křivek transpirace. Na obrázku jsou označeny čísla v kroužku dny, které měly stejnou denní sumu transpirace, ale lišil se průběh při dostatečné vlhkosti půdy (čárkované křivky) a za sucha (plné křivky – to se netýká prvních čtyř dnů během rašení). Ve dnech s přísuškem je ve srovnání s denním maximem za nelimitujících podmínek dodávky vody křivka zploštělá, jakoby odříznutá a pokles amplitudy ukazuje míru ohrožení přežití stromů (ČERMÁK 1986).

3.5 Redistribuce vody mezi kořeny kmenem a půdou

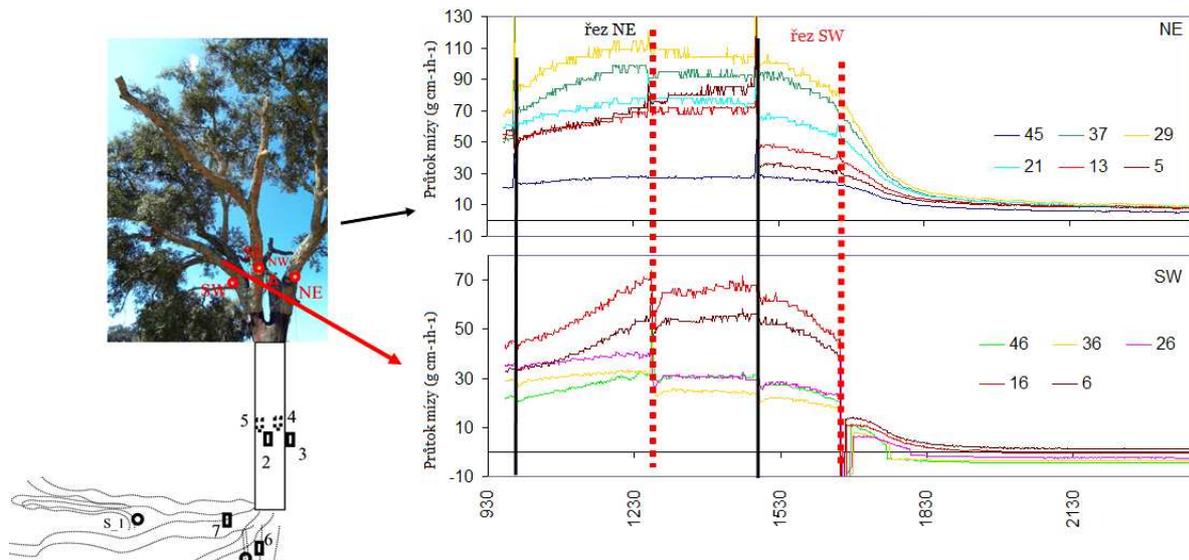


Obr. 5: Dynamika nočních průběhů transpiračního proudu (NADEZHINA et al., 2007). Obrázek zachycuje proud u pěti malých kořínků (2. řádu) u korkového dubu (*Quercus suber*) měřeného po dobu celé vegetační sezóny (od března do září). Transpirační proud u všech kořenů se menil synchronně podle podmínek počasí, jestliže byla půdní voda snadno dostupná (po vlhké zimě). Avšak po následujícím nástupu přísušku se noční proud začal dramaticky měnit a stal se mezi jednotlivými kořeny asynchronní: U některých kořenů postupně stoupl (např. u kořene r3), ale rapidně klesal u ostatních (např. r2), při čemž nastal podstatný a stabilní reverzní tok (přibližně od poloviny června do září), kdy začaly silné deště. Množství dostupné vody v povrchové vrstvě půdy po dešti pochopitelně stoupl. To způsobilo okamžitý zvrát reverzního (negativního) proudu na normální pozitivní, k jakému docházelo při dostatečně vlhké půdě na jaře. Okamžik kdy byl reverzní proud zaznamenán (označeno

šipkou) ukázal začátek hydraulické redistribuce tímto kořenem. To také indikovalo pomístné vysychání půdy, tak kde určitý kořen odebíral vodu z jemu odpovídajícího objemu půdy. Období, kdy se reverzní proud ukázal a jeho velikost indikuje hloubku jednotlivých kořenů, pokud je proud v nich zaznamenáván současně s meteorologickými parametry. Např. kořen r2 byl velmi povrchový, tři další kořeny (r1, r4 a r5) vyrostly do větších hloubek a r3 byl nejhlubší. Zde uvedené charakteristiky chování kořenů zaznamenané pomocí transpiračního proudu byly po skončení experimentu potvrzeny odkryvem kořenů pomocí supersonického proudu vzduchu.

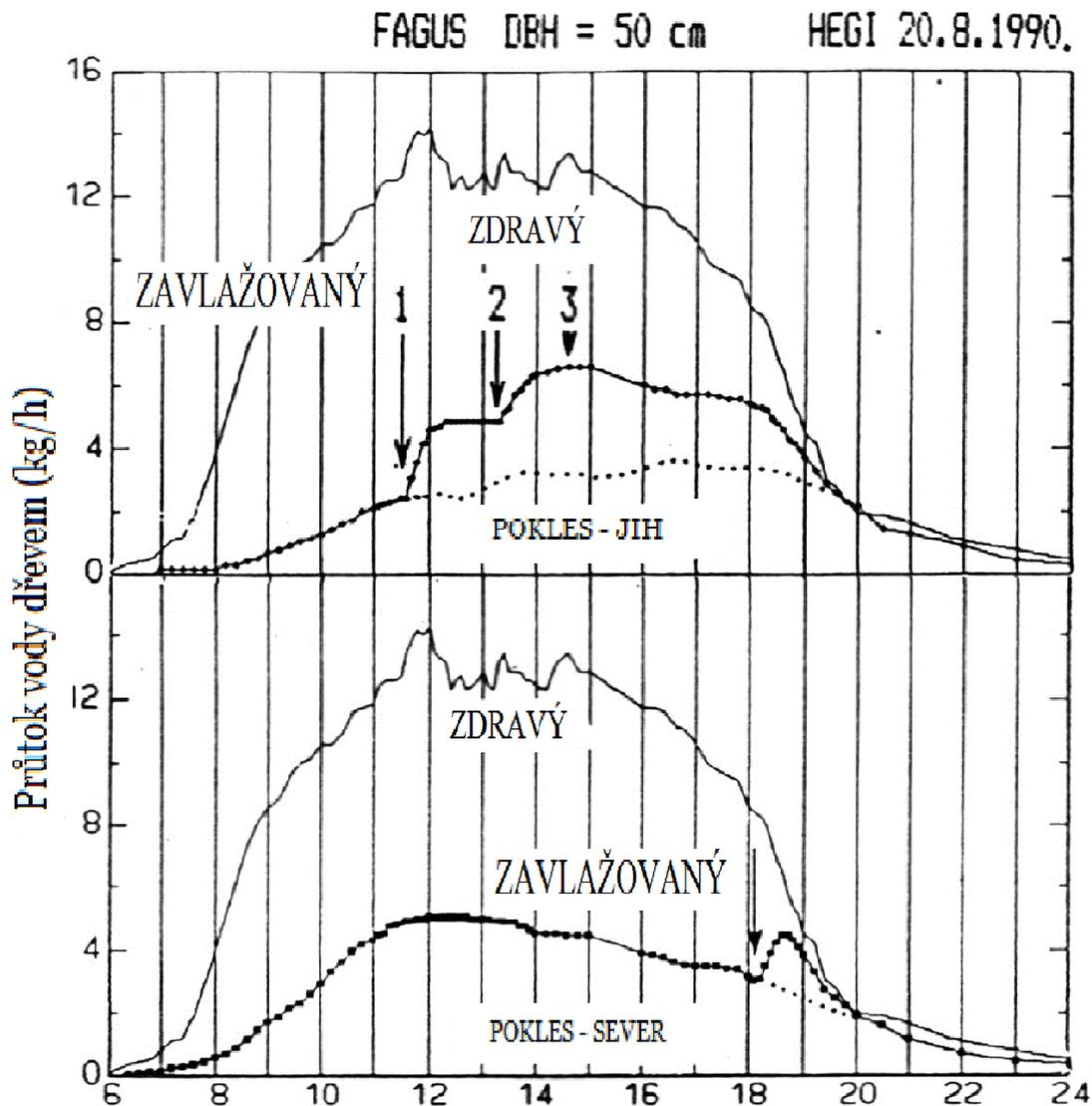
Významným ukazatelem vzniku sucha v půdě je sezónní **dynamika nočních průběhů** transpiračního proudu, patrná zejména v malých kořenech (Obr. 5). Když je v půdě dostatek vody, transpirační proud v různých kořenech se chová podobně (může mít různou amplitudu, ale má synchronní průběh a směr od konců kořenů do kmene – viz levá strana obrázku). Jakmile však z některé strany stromu půda začíná prosychat, proud se stává asynchronní a pochopitelně ze suché strany klesá. Nejvýznamnějším ukazatelem je ale reverzní proud (směřující od kmene ke koncům kořenů – na jeho začátky ukazují šipky na pravé straně obrázku). Reverzní proud indikuje, že měřený kořen se nachází v kriticky suché půdě. V takovém případě podle gradientu vodního potenciálu začíná nasávat vodu z kmene i z jiných kořenů, které zasahují do nějakého o něco vlhčího místa kolem kmene. Tento mechanismus brání odumření kořenů během přísušku a tedy odumření celého stromu. Může dojít k situaci, že o přežití stromu rozhoduje funkce jediného kořene. Pokud např. hluboký nebo dlouhý povrchový kořen je u relativně většího zdroje vody, ta může protékat do protějšího kořene a z něho pronikat do okolní půdy. Tím je pak umožněn růst bylin, které by bez dodávky vody stromem neměly šanci přežít (NADĚŽDINA et al. 2010).

Použitím mnohabodových čidel, které měří transpirační proud v různých hloubkách běle lze studovat **hydraulickou strukturu stromů**. Tedy jak je transpirační proud z různých kořenů spojen v bělové části dřeva kmene s různými částmi koruny (Obr. 6). Většina druhů (z jehličnanů a difúzně pórovitých listnáčů) má proud integrovaný tak, že z variabilnější distribuce u base kmene se v průběhu kmene vyrovnává (např. rozptyluje se po spirále, nebo vedením cik-cak), takže při poškození jednoho kořenu se o něco sníží dodávka vody do celé koruny, ale nestává se kritickou. U jiných druhů (zejména kruhovitě pórovitých, z jehličnanů např. u thuje) probíhá proud z jednoho kořene úzkým sektorem kmene do jedné nebo několika větví nad sebou.



Obr. 6: Hydraulická struktura stromů. Na obrázku vlevo je znázorněno rozmístění multibodových čidel transpiračního proudu v koruně stromu. Barevné křivky na grafu vpravo znázorňují denní průběhy transpiračního proudu v různých hloubkách pod kambiem (uvedeny jejich hodnoty v mm)u dvou větví z protilehlých stran kmene (NE=severovýchodní a SW jihozápadní). Tamtéž jsou vyznačeny i okamžiky řezů a reakce transpiračního proudu na ně, která se u různých větví podstatně liší.

Při poškození kořenu, nebo jen odřením kůry z malé části kmene jsou pak významně poškozeny i tyto větve a zpravidla odumírají. Tento jev je ilustrován na vedlejší obrázku. Nejvíce informací dostaneme, když tato měření provádíme s vysokou frekvencí zápisu dat (1 min nebo několik sekund) v průběhu pokusů. Tj. např. lokální zavlažování, stínění, či v krajním případě řezání větví, apod. Jako příklad experimentu u dubu, na kterém bylo instalována série mnohabodových čidel (viz schéma na Obr. 6). Velké větve dubu byly odřezávány postupně během několika dnů tak, že od každé velké větve prvního řádu bylo odřezáváno během slunného dne jen pár tenčích větví druhého řádu (aby bylo vidět jasnou odezvu na každý řez). Na grafu je ukázán záznam jen ze dvou čidel z protilehlých stran kmene, kde je vidět že při řezání větví z jedné strany vždy reagovalo jen čidlo s té samé strany kmene. Tato studia potvrzuje, že dub má výrazně sektorovou hydraulickou strukturu, kdy určitým místem v kmeni voda protéká (anebo při poškození neprotéká) jen k větvím umístěným nad ním (NADĚŽDINA et al. 2009).



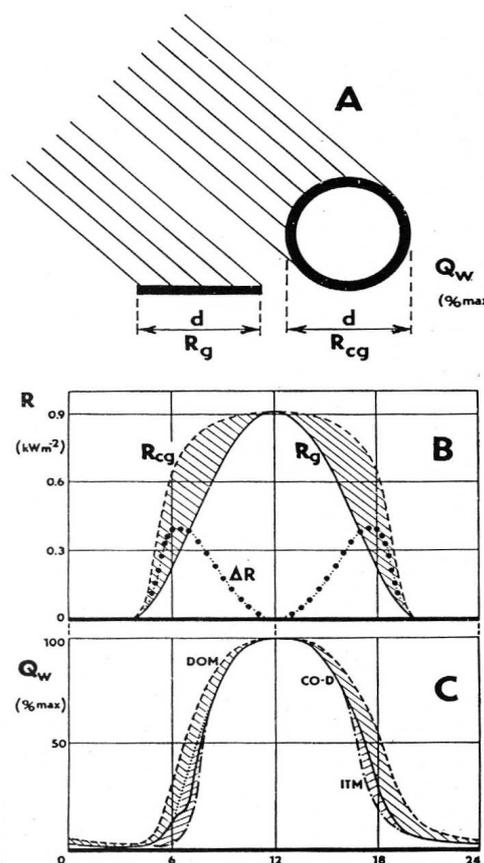
Obr. 7: Obrázek zachycuje reakci transpiračního proudu u velkých stromů buku lesního, poškozených dlouhotrvajícím lokálním průsuškem po vichřici, která rozvrátila jinak dlouhodobě stabilizovanou situaci v dodávce vody stromům, které původně rostly v hustších skupinách a byly náhle odcloněny. Na horním panelu je srovnán záznam u zdravých stromů (původně rostoucích v řidších místech porostu) a poškozených (kde po prolátní porostu došlo k odclonění většiny stromů). Proud prudce reagoval na první dvě závlahy (každá po 50ti mm), které dosytily dlouhodobě vyschlou půdu vodou. Avšak už nereagoval na třetí závlahu, protože měl poškozený vodivý systém (částečně embolizované cévy a zmenšenou listovou plochu), takže nemohl již větší množství vody listy odpařit a cévami transportovat. Druhý panel ukazuje stejnou situaci, ale navečer, kdy strom reagoval jen krátce, protože zašlo slunce.

Dle změn denní amplitudy transpiračního proudu stromů rostoucích na suché půdě lze při lokálním zavlažení **kvantifikovat podíl snížení proudu** vlivem okamžité vlhkosti půdy a vlivem trvalého poškození vodivého systému (např. vznikem embolie v cévách, potupným omezováním rozvoje listové plochy apod.). Situaci ilustruje denní průběh proudu u buku

ve smíšeném lese (s dubem, jasanem, borovicí a jedlí) v horském lese (oblast Hegi) ve Švýcarsku (ČERMÁK et al. 1991 – Obr. 7). Tento les rostoucí na jílovité půdě byl silně poškozen vichřicí (vyvráceno nebo zlomeno 50% kmenů) a po jejich vytěžení začala rychle odumírat většina buků. Šlo o buky původně rostoucí v hustších skupinách stromů, které byly uvyklé na zástin svými sousedy a vystačily zásobovat transpiraci poměrně malým kořenovým systémem s půdorysem menším, než činil půdorys často asymetrických korun (s větvemi vrůstajícími do osvětlenějších prostorů v nejbližším okolí). Buky od počátku rostoucí ve volnějších částech porostu s kořeny zasahujícími vně půdorysu koruny nápor vichřice vydržely, po ní neodumíraly a silně transpirovaly (viz oblé křivky na obrázku) a téměř nereagovaly na zavlažení. Nedaleké stromy měly transpiraci silně sniženou a kolem nich byl kruh suché půdy bez podrostu, zatímco v okolí byl hustý porost keřů a bylin. Tyto stromy po silném zavlažení (50 mm) výrazně reagovaly, ale jen dvakrát po sobě - zvýšená amplituda křivky indikovala vliv změn okamžité vlhkosti půdy. Po třetím zavlažení již ke zvýšení nedošlo. Rozdíl amplitudy poškozeného a zdravého stromu indikoval míru trvalého poškození jeho vodivého systému. Místním lesníkům tak bylo možné doporučit od počátku vývoje porostu dbát o vytvoření řídkého zápoje stromů.

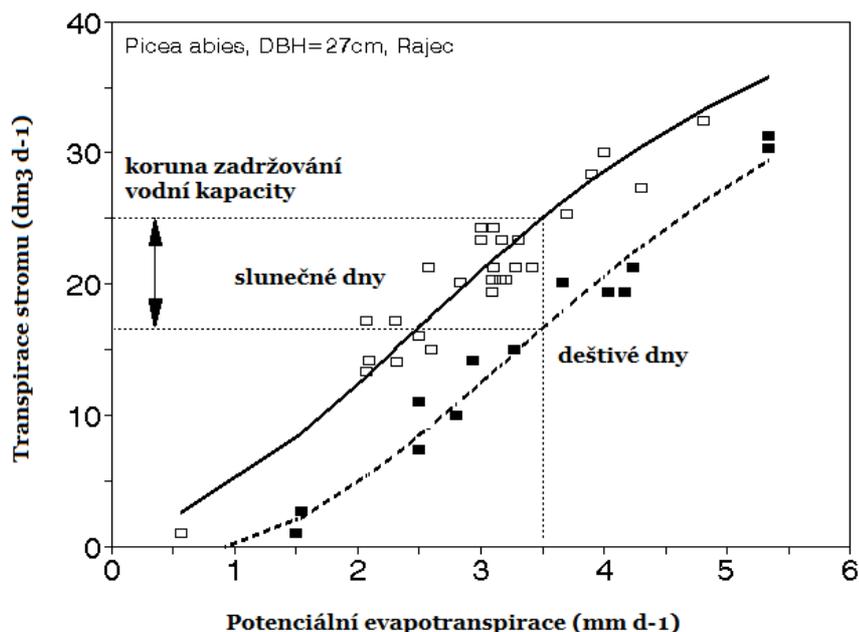
3.6 Funkční parametry korun stromů

Denní úhrny transpiračního proudu na strom (Q_{wt}) spolu s odpovídajícími meteorologickými údaji (potenciální evapotranspirací, PET) slouží k odvození **efektivního půdorysu korun** (Q_{wt} / PET v m^2 na strom). To je vhodné (zejména ve srovnání s geometrickým půdorysem korun) jak při využití snímků z dálkového průzkumu, tak při hodnocení optimální hustoty porostů apod. Jde též o alternativní způsob vyjádření vodivosti korun a jako takový slouží i ke kvantifikaci míry případného stressu (ČERMÁK et al. 1982).



Obr. 8: Denní průběhy radiace měřené na různě tvarované povrchy (horizontální rovinu a kouli) – dva horní panely a transpiračního proudu (spodní panel). Druhý panel ukazuje průběh globální, R_g a cirkumglobální, R_{cg} radiace a jejich rozdíl ΔR . Průběhy transpiračního proudu samy o sobě moc neřeknou, ale jestliže je vztáhneme k průběhům radiace (nebo PET vypočtené po dosazení R_g či R_{cg} nebo jiných tvarů), ukáže se, kterému z daných průběhů se průběh proudu podobá: tím je dán i efektivní tvar korun.

Denní průběhy transpiračního proudu a radiace měřené na různě tvarované povrchy (Obr. 8) jsou také používány k odvození **efektivního tvaru korun**. Např. koruny podúrovňových stromů se funkčně jeví jako „horizontální placky“, zatímco koruny dominantních stromů jako výrazné prostorové útvary (např. elipsoidy, paraboloidy, koule apod.). Tyto tvary také charakterizují poměr horního a bočního osvětlení, tedy i míru zastínění stromů jejich sousedy stejně jako míru zachycení energie směřovaného slunečního záření lesním porostem. Tak lze upřesnit výpočet listovým skutečně přijaté zářivé energie a tím i poklady pro hodnocení porostů z hydrologického hlediska a efektivity růstu ČERMÁK, KUČERA 1990).

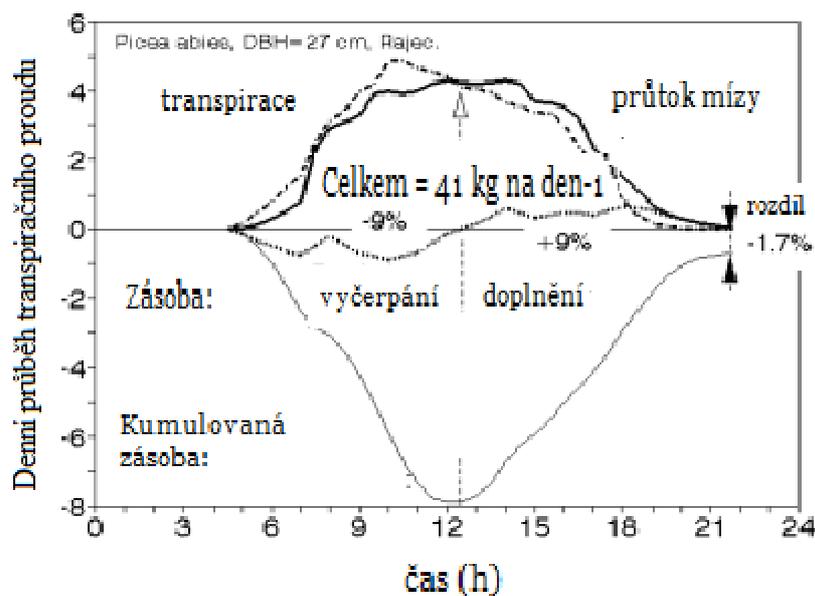


Obr. 9: Množství korunami zadržené vody. Po dešti zůstanou na listech kapky vody, které jednak v místě dotyku s listem přímo brání odparu, jednak odparem z povrchu kapek dochází k zvlhčování vzduchu, což brání odparu vody nepřímo. Jestliže u většího počtu dnů srovnáme denní úhrny transpirace (transpiračního proudu) určitého stromu nebo porostu s úhrny potenciální evapotranspirace (PET) u dnů se srážkami (a bezprostředně po nich) a dnů bez srážek (u stromů s oschlými korunami), objeví se dvě většinou paralelní křivky. Rozdíl hodnot obou křivek při určité PET ukazuje přibližnou hodnotu korunami zadržené vody (v daném případě 8 dm³, tj. přes 1 mm).

Koruny stromů s větší plochou listoví jsou schopné zadržovat na svém povrchu také větší množství vody. To platí především v období srážek, ale i v zamračených a chladných dnech po dešti ale bez srážek, kdy se voda odpařuje se výrazně méně. V takových případech lze **množství korunami zadržené vody** odvodit ze vztahu denních úhrnů transpiračního proudu k odpovídajícím hodnotám potenciální evapotranspirace za pěkného a deštivého počasí. Na Obr. 10 se jeví se jako rozdíl hodnot mezi křivkami (ČERMÁK et al. 1990).

3.7 Vodní zásoby v pletivech kmene a jeho růst

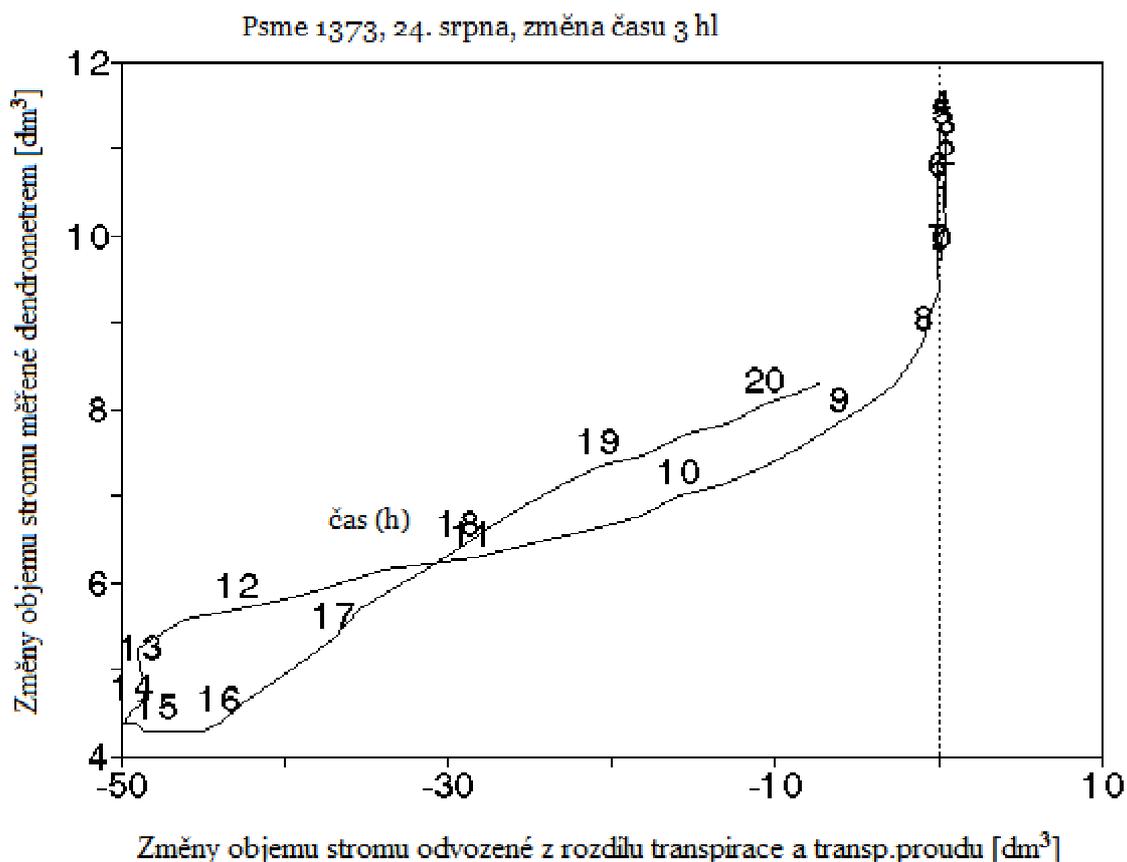
Závažnou součástí mechanismů zajišťujících odolnost stromů vůči suchu je zásoba vody v jejich pletivech, kdy největší roli má velké množství vody v bělovém dřevě kmenů. Ta funguje jako pufrovací kapacita a je běžně využívána v průběhu dne a vegetačního období (ČERMÁK et al., 2006). Tato voda (snadněji přístupná než voda z půdy) je využívána zejména k prudce stoupající transpiraci ráno, dokud nejsou vyčerpány její zásoby. Naopak v odpoledních hodinách transpirace již klesá, ale transpirační proud stále pokračuje a dosycuje v různé míře dehydratovaná pletiva, což probíhá přes celou noc až do dalšího rána (Obr. 10). Nedojde-li k řádnému dosycení pletiv, vznikající deficit (viz šipky vpravo) se v sezóně kumuluje.



Obr. 10: Denní změny vodní zásoby v pletivech kmene. Srovnáváme **transpiraci listoví** (tečkovaná křivka v horní části obrázku) a **transpirační proud** ve vodivé části dřeva (běli) u base kmene (plná křivka). V ranních hodinách transpirace začíná dříve než transpirační proud, který na její změny reaguje s určitým zpožděním. Velikost tohoto zpoždění je dána množstvím volně dostupné vody v pletivech kmene, kterou stačí transpiraci zásobovat. Po snížení této zásoby (v daném příkladě poměrně málo, jen cca 9 % denní sumy transpirace) strom začíná odebírat vodu z půdy, což se projeví na průběhu transpiračního proudu u base kmene. Kumulované hodnoty rozdílů průběhů transpirace a transpiračního proudu ukáží velikost celé v daném dni využitě vodní zásoby (viz dolní část obrázku). V odpoledních hodinách, kdy již transpirace klesá, transpirační proud nad transpiraci převládá a doplňuje ráno odebrané zásoby vody v pletivech až do jejich dosycení (pokud má dost vody v půdě), resp. do následujícího rána (kdy zase transpirace začíná bez ohledu na dosycení). Objem strom tedy během dne pulsuje. Jestliže nejsou jeho pletiva dosycována, vzniklý deficit se kumuluje a pletiva postupně (během sezóny) vysychají. Tedy snižuje se i vodní zásoba stromu.

Nedostatečná velikost této zásoby může být jedním z důvodů zvýšené mortality stromů např. na mělčích půdách na jaře po zimním období, během kterého se půdní voda stala pro stromy nepřístupnou v důsledku déletrvajících mrazů, nebo naopak došlo k jejímu vyčerpání v podmínkách teplé a relativně suché zimy.

Změny velikosti **vodní zásoby v kmeni** v průběhu dne mají za následek pulsování jeho tloušťky. Tyto změny jsou na poloměru kmene zdánlivě malé (cca 0.1-0.2 mm), ale při přepočtu na objem celého stromu představují jednotky až desítky litrů vody (Obr. 11 - ČERMÁK et al. 2006). Podobné, avšak menší změny objemu kmene nastávají v důsledku jeho růstu.



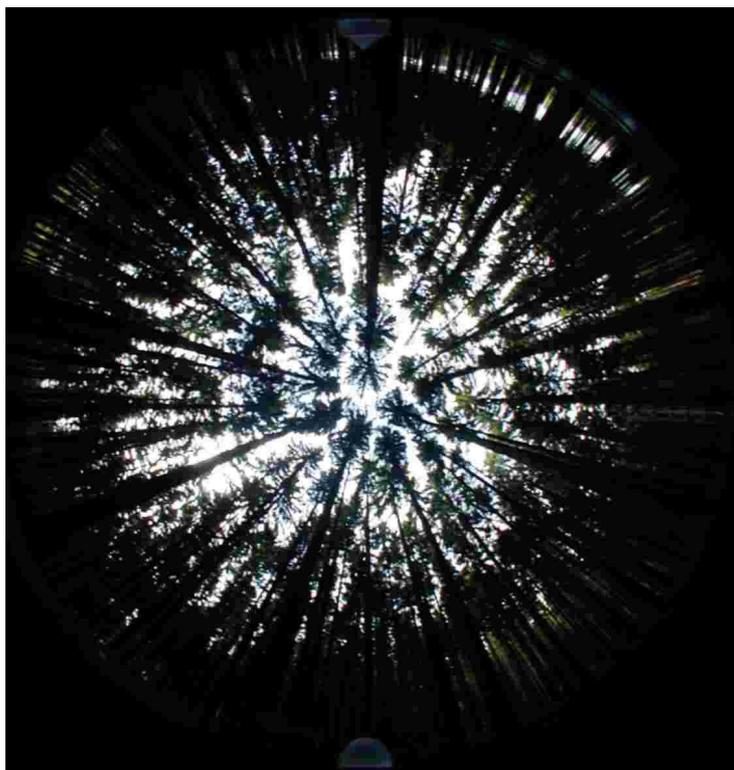
Obr. 11: Změny objemu kmene a velikosti vodní zásoby v kmeni v průběhu dne. Obrázek ukazuje velikost změny objemu stromu měřené dendrometrem [d_Volume , dm³] ve vztahu ke změnám objemu vodní zásoby stromu odvozenému z rozdílu transpirace a transp.proudu [kumulovaným hodnotám dQ , dm³] uvažujícím i zpoždění reakce objemu daným odpory ve vodivém systému. Pokud by dendrometr zachycoval všechny změny vodní zásoby stromu, byly by obě stupnice (X a Y) stejné. Srovnáním stupnic zjistíme, že „objemová“ stupnice je menší než „vodní“ (cca 7.5 litru oproti 50ti litrům, tj. cca 15%). Dendrometr tedy zachytil jen část objemových změn, konkrétně měkkého lýka a mladého dřeva. Většina zásobní vody je tedy uložena v rigidních částech stromu (v hlubších vrstvách běle). Je zde však určitá komplikace související s růstem kmene stromu. Dendrometr v době (asi mezi 21 a 08 hod.), kdy se zásoba vody ve stromě (soudě dle rozdílu transpirace a transpiračního proudu) nemění, ukazuje změny jeho objemu (cca 2.5 litru). Tento údaj charakterizuje za podmínek daného dne objemový přírůstek kmene.

Příklad denních změn objemu kmene u douglasky za teplého a suchého počasí ukazuje, že cca od 8 do 21 hod docházelo k výrazné dehydrataci (ráno) a pozdější rehydrataci kmene, zatímco růst nastával jen v období vodou dostatečně zásobených pletiv (když se rehydratovaný objem pletiv již neměnil), cca mezi 21 až 08 hod následujícího dne. Samotné růstové změny v průběhu sezóny dostatečně zachycují samotné dendrometry (TATARINOV et al. 1999, 2005), zmíněná denní měření však pomáhají objasnit příčiny déledobé dynamiky.

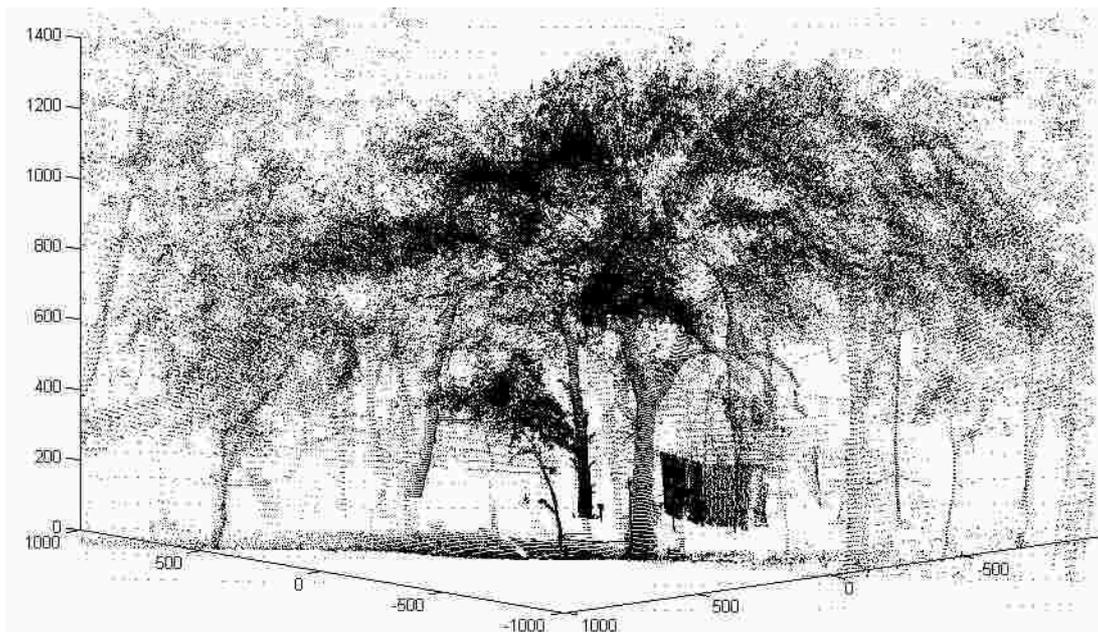
3.8 Distribuce listoví (jehličí)

Listoví je základním orgánem pro zachycování sluneční energie a produkci asimilátů v procesu fotosyntézy. Pro jeho hodnocení je třeba ho kvantifikovat. Je to obvykle prováděno různými optickými čidly (např. rybí oko – Obr. 12, dle kterého lze dobře odvodit osvětlení podrostu).

Čidla jsou většinou uzpůsobena tak, aby na výstupu dávala index listové plochy (LAI v m^2m^{-2}). Pomocí laserového skenování lze získat 3D obraz s přesností asi na 5 cm. (Obr. 13 – VAN DER ZANDE et al. 2009).

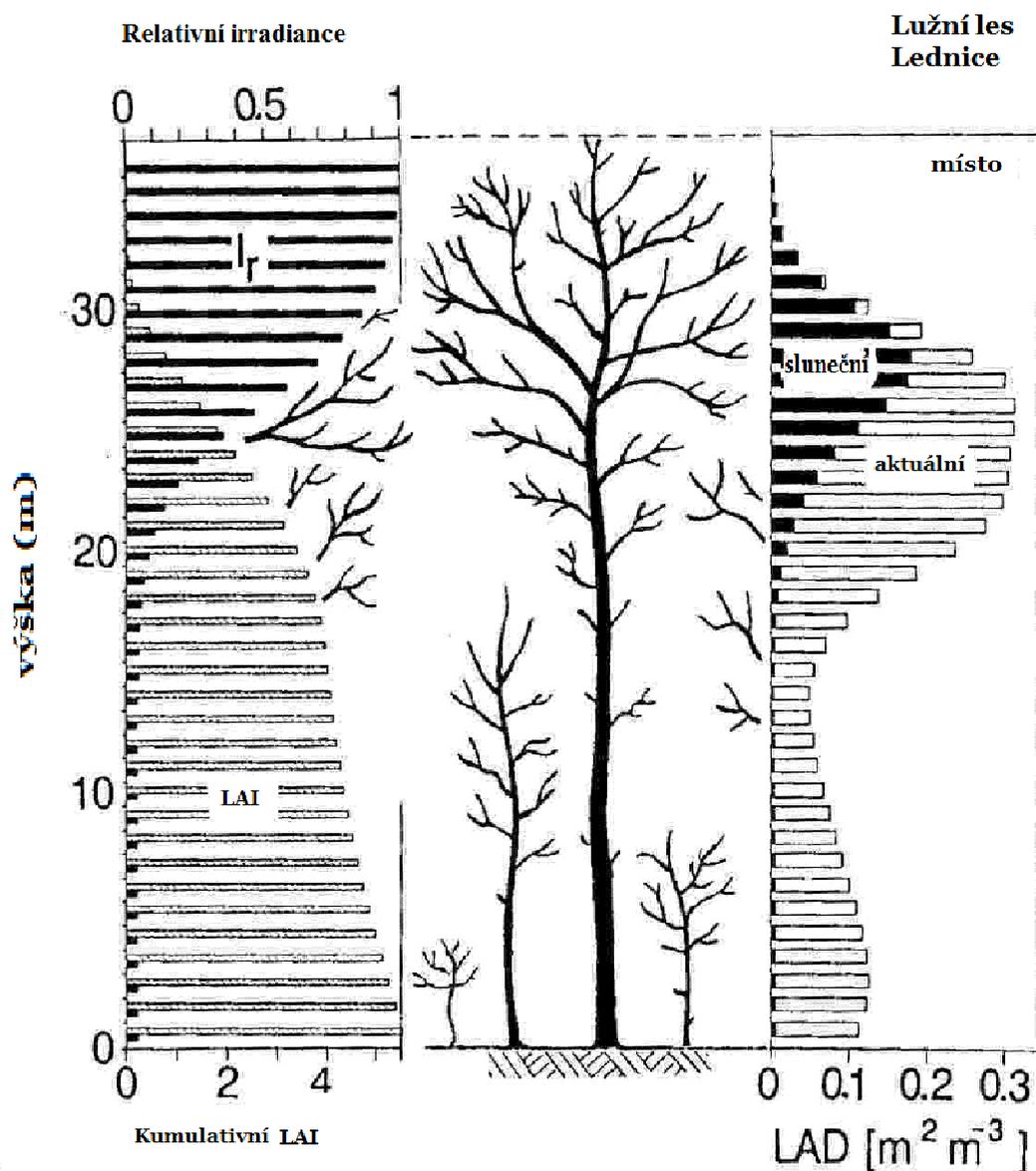


Obr. 12: Rybí oko (pohled do korunového prostoru)



Obr. 13: Příklad snímku koruny stromu dubu v řídkém porostu, pořízeném laserovým skenováním (mírové využití techniky vyvinuté pro ochranu jedoucích tanků). Daný obraz byl pořízený s přesností asi na 5 cm na základě jednoho snímku. Pro získání prostorového (3D) obrazu jsou nutné za ideálních podmínek minimálně rojice (nebo i více) podobných snímků, ze kterých počítačový program dokáže 3D obraz vytvořit (VAN DER ZANDE ET al. 2009).

Tento postup je však použitelný jen u solitérních stromů nebo těch rostoucích v řídkých porostech. Někdy je vhodné pracovat s vertikální distribucí listoví (zejména vzhledem ke světlu), případně radiální distribucí (při hodnocení let snímků z dálkového průzkumu). Také je možné pro odvození distribuce listoví použít na statistické úrovni platné allometrické rovnice. Na základě přímých měření irradiance, I_r (nebo i vyhodnocení plošné hustoty listů ve vertikálním a radiálním profilu). Tak lze odvodit vedle celkové plochy listoví (bílé sloupečky) i jeho osvětlenou část, závisující na zastínění listů vlastní korunou i korunami sousedních stromů (černé sloupečky - viz Obr. 14). Poměr obou těchto ploch udává procentické osvětlení celé koruny. Pro orientaci v lužním lese $LAI = \text{cca } 5$, v borovém lese cca 3, v hustší smrčině cca 10 (ČERMÁK 1998, ČERMÁK et al. 1998).



Obr. 14: Schéma lesního porostu a vertikální distribuce plochy listových čepelí v něm. Sloupečky označují hustotu listové plochy (leaf area density, LAD) v 1 m hlubokých vrstvách porostního zápoje a to plochy celkové (bílé sloupečky) a přímo osvětlené (černé sloupečky). Velikost osvětlené plochy listové je uvažována jako celková plocha násobená relativním osvětlením (irradiací, I_r : 0-1, nebo 0-100%) měřeným ve stejných vrstvách (levá strana obrázku). Tamtéž je znázorněn i index listové plochy (leaf area index, LAI), tedy m^2 listové nad m^2 porostní plochy.

3.9 Vizualizace a kvantifikace kořenových systémů

Pro hodnocení situace stromů a porostů je zvláště důležitá jak popisu kořenových systémů, které nejsou běžně viditelné. Tradiční velmi pracné ruční metody odkryvu kořenů dnes v případě potřeby bohatě nahrazuje technika **supersonického proudu vzduchu** (Obr. 15 – ČERMÁK et al. 2008). Ta je za příznivé vlhkosti půdy schopná odhalit jak skeletové kořeny, tak téměř bezeškodně i tenké a jemné kořeny a pomocí obrazové analýzy je i přibližně

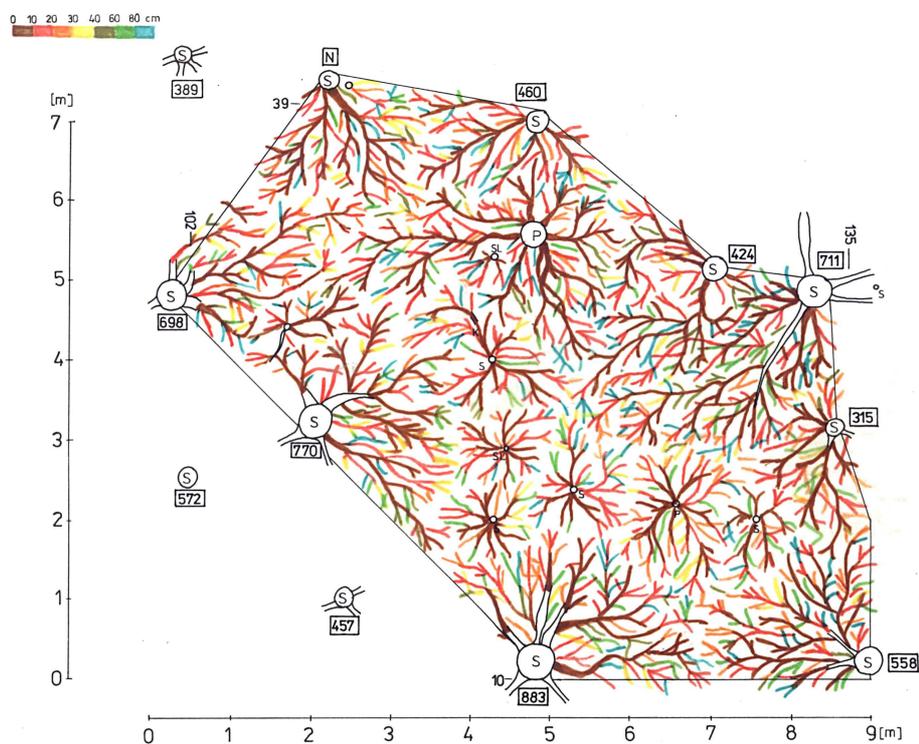
kvantifikovat. Jestliže jsou kořeny během těchto prací zavlažovány, kořenový systém zůstane po následném zahrnutí půdou funkční. Tato technika je vhodná i pro některé stavební práce, které se dotýkají kořenů a kdy je možné je provést po krátkodobém odkrytí kořenů daleko jemnějším způsobem než s použitím bagrů či buldozerů.



*Obr. 15: Příklad části kořenového systému smrku ztepilého odkrytého proudem supersonického vzduchu (air spade) do hloubky cca 40 cm pod původní povrch půdy (hlouběji se vyskytovaly kotevní kořeny jen pomístně do 75 cm). Tenký vzdušný proud má při průtoku cca $12 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$ a tlaku 12 barů rychlost 2 Machu. Nepůsobí tlakem, ale právě rychlostí. Dotkne-li se čehokoliv hladkého (kámen, koře, i nekrytá noha) nestane se nic, ale jestliže se v exponovaném materiálu vyskytne sebemenší pór, vzduch se do něj vtláčí, při dané rychlosti nestačí uniknout a pór exploduje. Např. půda je tak rozprášena v oblaku **mikroexplosí** a odfouknuta stranou a kořeny zůstávají odkryté. Při jemné práci na dostatečně (ale ne nadměrně) vlhké půdě dochází k poměrně malému poškození i jemných kořenů (daří se odkrýt kořenové špičky o průměru až cca půl milimetru) při práci na suché půdě je jich však většina zničena a abrazí půdními částicemi (zrnko písku letící rychlostí kulky z pistole) může dojít i k poškození kůry silnějších kořenů. Odkryv povrchových vrstev půdy jde poměrně rychle (do hloubky cca půl metru orientačně až $5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$), při větších hloubkách kořenová síť brání odfukování kamenů, které je pal nutno vybírat ručně, což značně zdržuje (Čermák et al. 2005).*

3.10 Georadar

Pro řadu geofyzikálních výzkumů odborníci běžně používají metoda georadaru. Ten umožňuje u velkých předmětů (balvany, staré stavby apod.) „pohled“ do velkých hloubek (cca 30-60 m). Malé předměty jako kořeny jsou viditelné do hloubky cca 3 m, ty tenčí než prst cca do 1 m (Obr. 16 – HRUŠKA et al. 1998). Podstatné je, že radar „vidí“ i skrze betonovou stěnu (např. dno bazénu), což má význam zejména při použití ve městech apod. (ČERMÁK et al. 2000). V půdním prostředí je množství odrazů mnohem větší než ve vzduchu, k vyhodnocení dat je tedy nutný speciální software. Georadarem je též možné velkoplošně (hektary) zviditelnit podloží půd, to umožňuje lepší volbu míst pro půdní sondy ap.

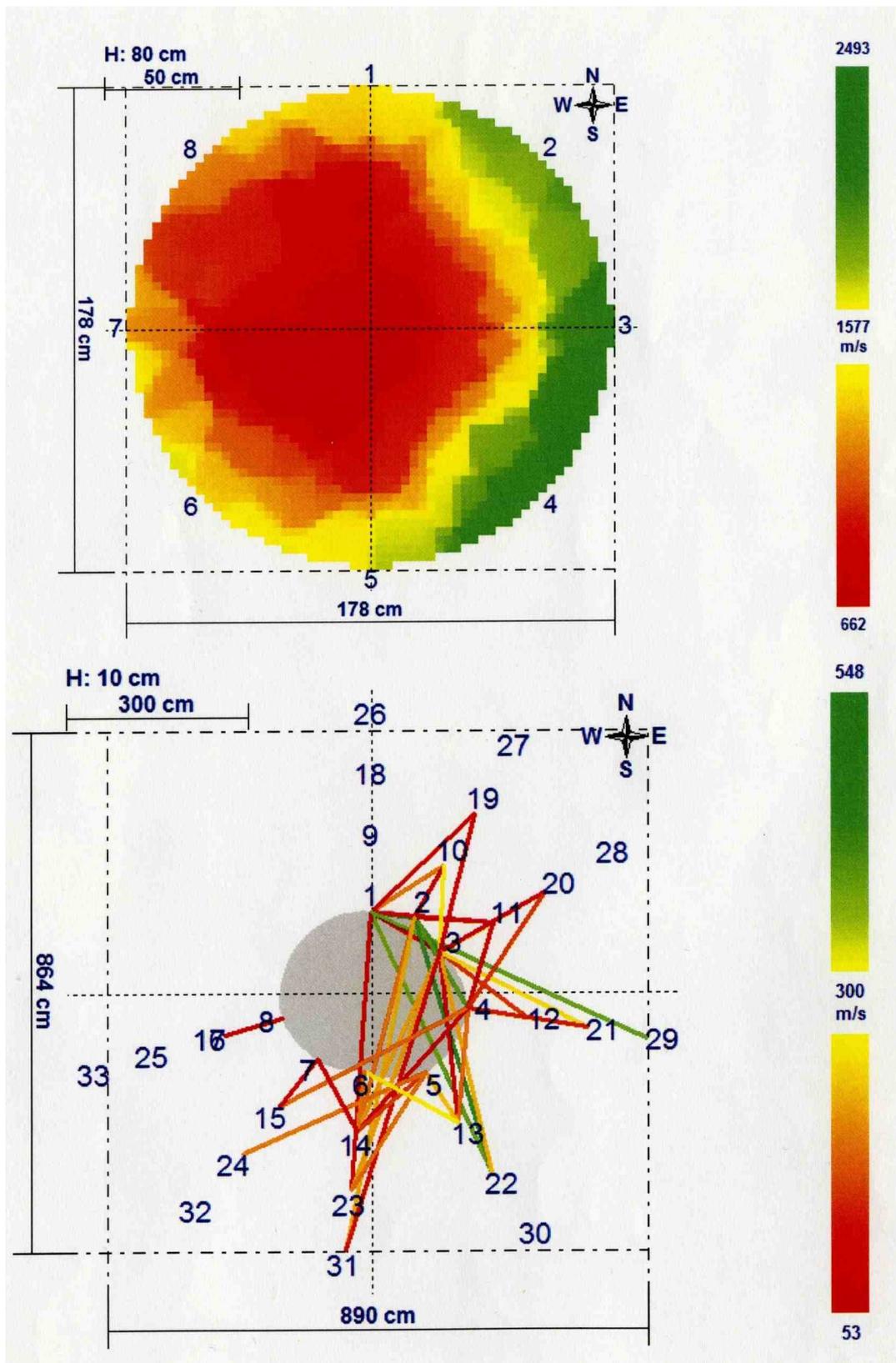


Obr. 16: Příklad snímku povrchového kořenového systému smrku ztepilého pořízeného metodou georadaru (HRUŠKA et al. 1999). Radar “vidí“ skeletové kořeny asi do tloušťky prstu (nevidí tedy jemné absorpční kořeny). Barvou jsou znázorněny kořeny nacházející se v různé hloubce půdy.

3.11 Stav báze kmene a distribuce hlavních větví kořenového systému

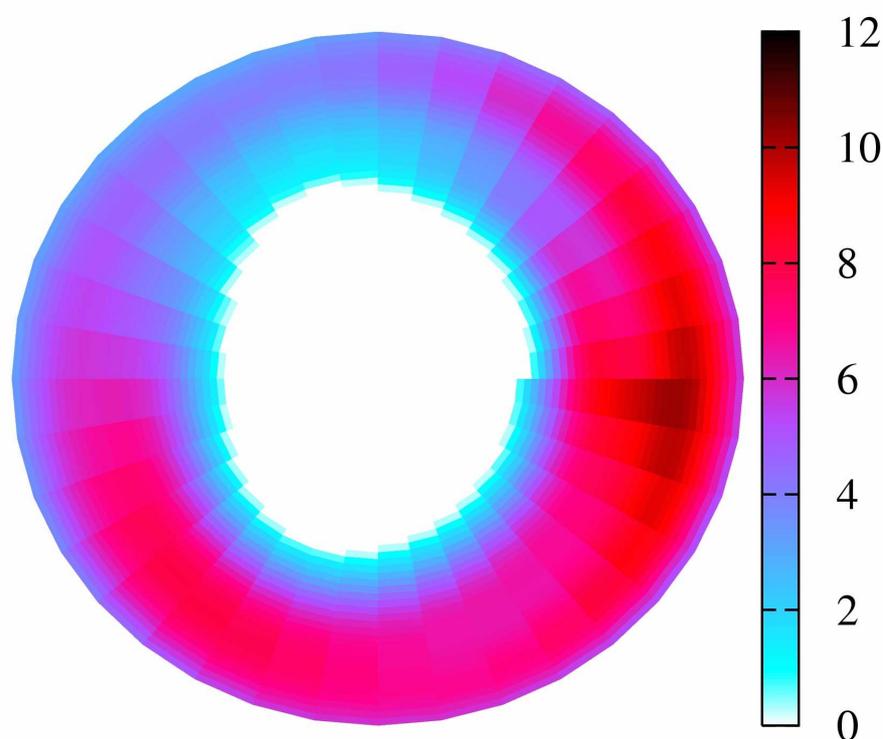
Statická stabilita stromu je výrazně ovlivňována kvalitou dřeva na příčném průřezu kmene, zejména na jeho bázi (kde především hraje roli výskyt hniloby) a distribucí a funkčním stavem kořenového systému. Pro stanovení uvedených parametrů dosud hodnocených většinou jen na základě intervenčních, destruktivních metod je logicky výhodnější využití metod nedestruktivních. Z nich se v poslední době rozvíjí a využívá zejména metoda **pulzní**

akustické tomografie (RINN 2001). Tato metoda umožňuje na základě hodnocení rychlosti průchodu zvuku dřevem při vhodné kalibraci odlišit zdravé a v různé míře poškozené dřevo a zároveň v půdě vizualizovat rozložení, případně míru destrukce hlavních větví kořenového systému. Z pohledu analýzy kmene (dub, 300 let, lokalita Hluboká nad Vltavou). (Obr. 17 – nahoře) je zcela zřetelné výrazné poškození báze (červená a žlutá barva), zůstatková, zbytková stěna dřeva plně staticky funkčního (zelená barva) je zachována pouze ve východní straně kmene. Uvedené situaci odpovídá i prostorová distribuce kořenového systému (Obr. 17 - dole), kde analýza je záležitostí složitější (SIMON et al. 2011). Lze konstatovat, že zvukový impuls se postupně šíří dvěma odlišnými médii (půda, kořen). V půdě ve formě mechanické vlny (popsatelné LAMÉOVOU rovnicí), při interakci s kořenem pak dojde k vybuzení zejména podélné a ohybové vlny, která se pak kořenem šíří k přijímači, zejména v úrovni vln nižších frekvencí. Z uvedeného je zřejmá obtížnější kalibrace z hlediska hodnocení zdravotního stavu kořenů, otázka distribuce se jeví méně problematická. Z Obr. 11 je zřejmá i destrukce kořenového systému odpovídající hnilobě kmene. Souhrnně lze analyzovaný strom hodnotit jako výrazně nestabilní a rizikový, což okulárně nemusí být zjistitelné. Na uvedené analýzy lze napojit softwarovou aplikaci řešící mechanický modul kmene, tedy i rizikové směry možné destrukce (a pádu) stromu.



Obr. 17: Analýza kmene (dub, 300 let, lokalita Hluboká nad Vltavou)

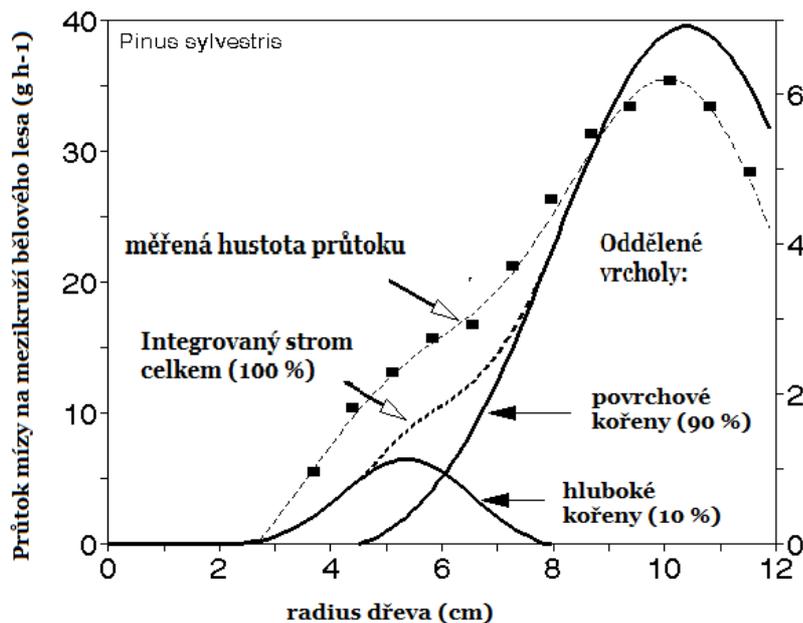
Příčný virtuální průřez kmene (Obr. 18) ilustruje vnitřní **variabilitu transpiračního proudu** (viz stupnice jeho hustoty na jednotku plochy běle: $\text{g cm}^{-2} \text{ h}^{-1}$ vpravo), zjištěnou sérii multibodových čidel (ČERMÁK a NADĚŽDINA 1998) kterou lze interpretovat z hlediska příjmu vody kořeny (měříme-li proud u base kmene), nebo jejího výdeje různými částmi koruny (měříme-li pod korunou) (ČERMÁK et al. 2004). V řadě pokusů s odřezáváním a lokálním zavlažováním (NADĚŽDINA et al. 2006, 2007; ČERMÁK, NADĚŽDINA 2009) bylo zjištěno, že vnější vrstvy běle vedou vodu přijatou převážně mělkými povrchovými kořeny, zatímco hlubší vrstvy běle vodu přijatou hlubokými kotevními nebo kúlovými kořeny (NADĚŽDINA a ČERMÁK 2000a). S ohledem na použitou metodu lze tuto dynamiku běžně sledovat kontinuálně, se záznamem dat třeba každý den či minutu, čili přesně prověřit funkci celého vodivého systému.



Obr. 18: Příčný virtuální průřez kmene (interpolace dat ze 4–6ti multi-bodových čidel s použitím metody deformace tepelného pole (HFD) po obvodu kmene, celkem aplikováno 48 – 60 měřících bodů). Obrázek ilustruje vnitřní variabilitu transpiračního proudu v radiálním směru i po obvodu kmene (viz stupnice v $\text{g cm}^{-2} \text{ h}^{-1}$ vpravo). Vnitřními vrstvami běle prochází voda přijatá hlubokými kořeny a vnějšími vrstvami běle voda přijatá povrchovými kořeny (Čermák et al. 2004). Tato technika umožňuje získat obraz funkce kořenového systému stromu (a tím i jeho efektivních rozměrů) teoreticky třeba každou minutu v libovolných terénních podmínkách a bez jakéhokoli narušení půdy (viz. též následující obr.).

Tok vody ve vnějších a vnitřních vrstvách běle lze také dobře rozlišit na radiálním profilu transpiračního proudu (Obr. 19, v bodech na křivce byl transpirační proud přímo měřen), i když se samozřejmě prolínají. Podíly toků jsou na obrázku znázorněny šipkami (NADĚŽDINA et al. 2007, ČERMÁK et al. 2008). Křivky charakterizují **dodávku vody hlubokými**

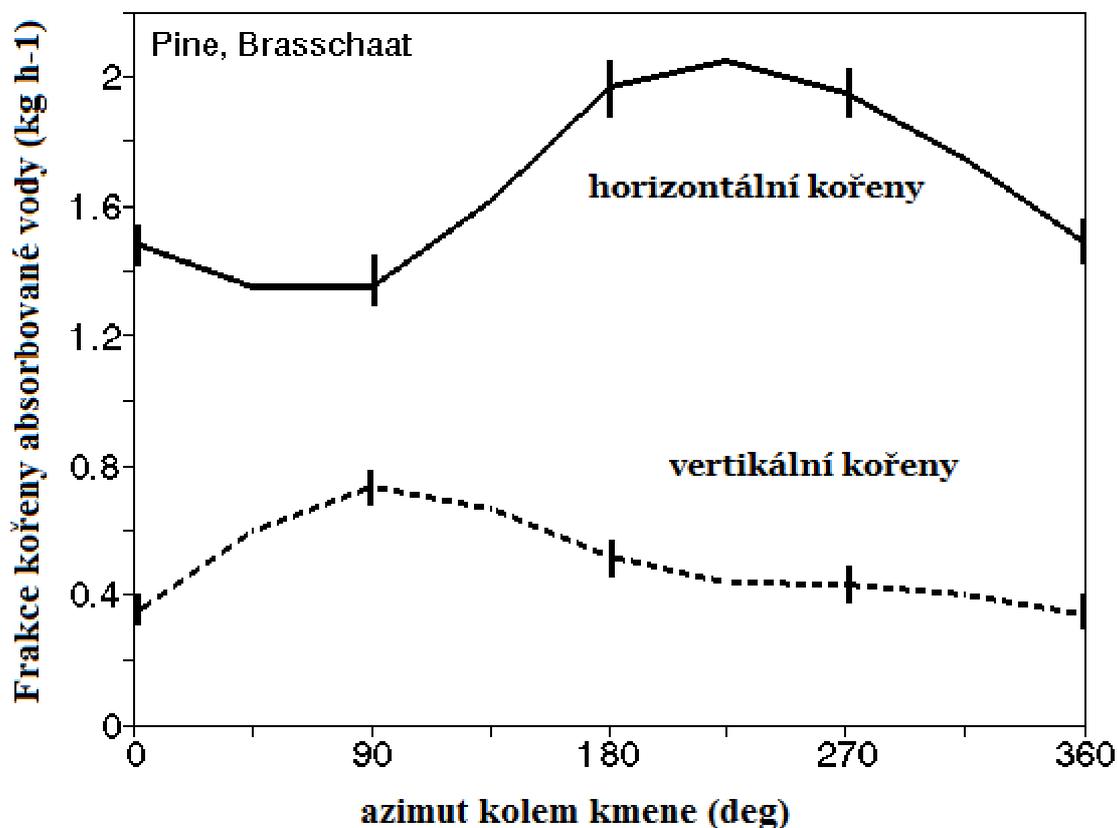
a povrchovými kořeny (sinker & superficial). Toto měření má význam např. pro zjištění odolnosti stromů vůči suchu nebo zaplavení i zhodnocení jejich predispozice k napadení houbami nebo hmyzem. Zde jsou také důležité i změny „vůně“ (uvolňování těkavých látek) ze stromů (ČERMÁK, NOVÁK 1987; ČERMÁK, URBAN 1995). Stromy s hlubším zakořeněním díky němu zaujímají větší objem půdy a tedy i dostupné vody. Ta pak pomáhá udržovat dostatečnou hydrataci pletiv a tím i přetlak pryskyřice ve skeletu (MARTINKOVÁ a ČERMÁK 1994). Následkem toho jsou hlouběji kořenící stromy odolnější vůči napadení kůrovcem (ALEXANDER et al. 2010). Naproti tomu mělce kořenící stromy choulostivé na přísušky podléhají jeho ataku podstatně dříve a snáze.



Obr. 19: Příklad radiálního profilu transpiračního proudu (měřeného metodou deformace teplotního pole) použitého pro stanovení dodávky vody z povrchových a hlubokých kořenů. Tence tečkovaná křivka s plnými ctverečky (měrnými body) charakterizuje prvotní záznam hustoty transpiračního proudu. Další křivky jsou data přepočtená přes plochy jednotlivých mezikruží (daných vzdáleností měrných bodů) s tím, že silně tečkovaná křivka představuje úhrn pro celý strom a plné čáry (Gaussovy křivky) reprezentují množství vody dodávané kořeny z různých hloubek půdy (jestliže je čidlo umístěno blízko povrchu země) anebo dodávané z kmene do různých částí koruny (jestliže umístíme čidlo pod korunu). Získání prostorového obrazu je ovšem podmíněno aplikací serie čidel po obvodu kmene.

Distribuce kořenů má ovšem význam také při posuzování **mechanické stability stromů**. Např. náklon stromů asi o 10° ovlivnil větší rozvoj funkčních povrchových kořenů směrem proti převládajícímu větru, kdežto hlubokých kořenů ve směru po větru. (Obr. 20 – ČERMÁK et al. 2008). Obdobným způsobem se kořeny stromů přizpůsobují např. rozdílné hloubce půdy (NADĚŽDINA et al. 2007), různé hustotě okolního porostu (větším rozvojem do volnějších částí porostu) apod. Zvláštní význam tato měření mohou mít význam při hodnocení bezpečnostních otázek u stromů rostoucích v nějakém omezeném prostoru, např. ve městech

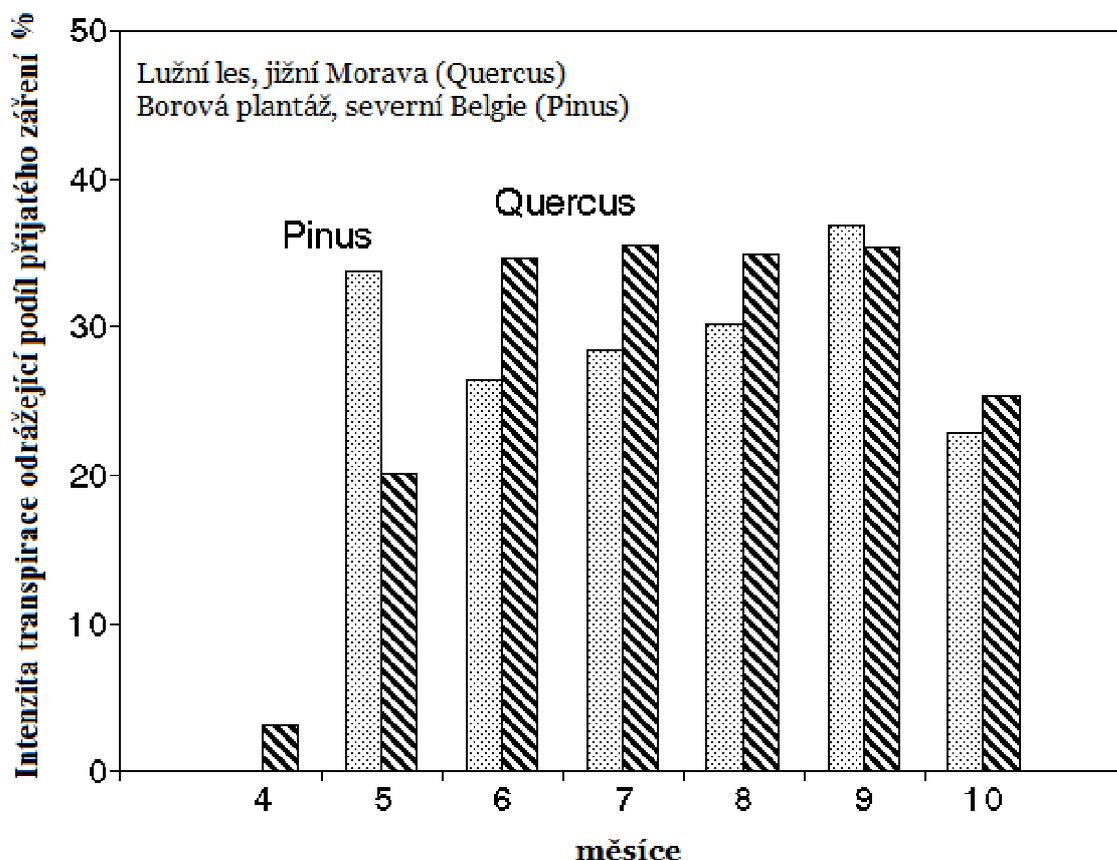
nebo v alejích. Podobná analýza rovněž umožnila např. posouzení vlivu pojezdu traktorů na přibližovacích linkách na kořeny stromů (NADĚŽDINA et al. 2008).



Obr. 20: Příklad rozložení mělkých horizontálních (plná čára) a hlubokých vertikálně rostoucích kořenů (čárkovaně) po obvodu kmene borovice lesní.

Jedním ze základních biometrických parametrů je **absorpční plocha kořenů**, tedy parametr srovnatelný s plochou listů. K jejímu stanovení byla vyvinuta metoda modifikované elektrické impedance půdy (AUBRECHT et al. 2006). Ta uvádí velikost této plochy v sekcích kolem kmene a pro celý strom (Obr. 21). I ve složité směsi dřevin systém vnímá jen kořeny stromu, do kterého jsou zapojeny elektrody. Uvedený příklad charakterizuje závislost kořenové plochy na výčetní tloušťce u dvou skupin smrků na pokusné ploše lesnické fakulty v Rájci. Vypočtené allometrické rovnice umožňují přepočítání dat na celé porosty. Ta je vyjádřena podobně jako u plochy listů (indexem LAI), u kořenů RAI, tedy plochou absorpčních kořenů na jednotku plochy porostu. Poměr RAI / LAI patří mezi nejvýznamnější ukazatele strukturální bilance stromů, tedy vyváženosti příjmu a výdeje látek (ČERMÁK et al. 2011).

dezertifikace. Je jedním z nejdůležitějších úkolů lesníků udržet a dle možností zlepšit hydrologickou funkci lesů a tím naši krajinu zachovat budoucím generacím.



Obr. 22: Les vypařuje určité množství vody v závislosti na druhu dřevin, hustotě porostu, lokálních podmínkách prostředí atd. Zde je uveden příklad srovnání dvou kontrastních druhů na geograficky vzdálených a stanovištně rozdílných lokalitách, významně se lišících i množstvím přijatého slunečního záření. Relativní amplituda sezónního průběhu je podobná, velikost sloupečků odráží i specifické vlastnosti porostů (jako časnější začátek transpirace u jehličnanů a pozdnější u listnáčů).

3.13 Příklady provozně využitelných lesnických aplikací

Naznačené metodické postupy umožňují samostatně, nebo v napojení na další specializované postupy, např. počítačová analýza obrazu (KADAVÝ, MAZAL, SIMON, 2011), růstové stimulatory (FABRIKA, PRETSZCH 2011) atd. umožňují řešit celou řadu speciálních úkolů a praktických problémů. Namátkou lze jmenovat následující:

- Analýza a důsledky stresu způsobeného různými faktory, globální klimatická změna, atd.
- Posouzení fyziologického stavu stromů a porostů, např. jako základ pro stanovení atraktivity pro napadení škůdci.
- Funkční optimalizace (biometrické parametry a proporce), stromů a jejich částí a porostů, např. pro formulaci cílové představy lesa.

- Zpřesnění podmínek pro analýzu růstových procesů stromů a porostů, produkční analýzy a předpovědi.
- Posouzení kompetičních vztahů stromů v porostech, např. pro optimalizaci pěstebních postupů.
- Zhodnocení stavu kmene a kořenů dřevin z hlediska provozní spolehlivosti, prognostika dožití.
- Hodnocení (nedestruktivní) kvality dřevní suroviny.
- Vliv lesa různého charakteru a struktury na vodní a tepelnou bilanci krajiny z hlediska optimální strategie jeho managementu či hospodaření.
- Vliv poškození a změn parametrů půdy na stav a vývoj stromů a porostů, např. při stavebních a technologických operacích atd.

Několik uvedených možných aplikací naznačených metod dokumentuje jejich význam nejen pro oblast teorie poznání, ale i pro jemnější aplikační úroveň využitelnou i v praxi. Využití v oblasti znalecké činnosti je již zavedenou praxí.

4 VYUŽITÍ POČÍTAČOVÉ ANALÝZY OBRAZU KE ZJIŠŤOVÁNÍ STAVU LESA

Počítačová analýza obrazu je jednou ze speciálních metod, které mohou sloužit ve zvláštních případech (mimořádně cenná území, území ve složitých, zejména orografických poměrech atd.) k upřesnění měřených dat, případně k nahrazení získávání dat, zejména biometrických veličin, terestrickými metodami.

4.1 Základní principy počítačové analýzy obrazu

Základní vlastností systému analýzy a zpracování obrazu je schopnost vytvářet digitální obrazy různých typů (barevné, šedé, binární), dále je zpracovávat, měřit a získaná data statisticky vyhodnocovat. Analýza obrazu je analytická metoda, která jako vstupní informace využívá digitalizované obrazy. Digitalizovaný (digitální) obraz vzniká v procesu digitalizace, kdy se původní obraz (např. obraz scény, snímaný televizní kamerou, obraz předlohy sejmutý skenerem apod.) rozkládá na elementární částičky - tzv. pixely.

4.2 Základní pojmy počítačové analýzy obrazu (ve vztahu k metodám zjišťování stavu lesa)

Pixel

Pixel (obrazový bod) je nejmenší bod obrazu. Počet aktuálních obrazových bodů je dán velikostí obrazové matice, která závisí na konkrétní konfiguraci systému, zvláště pak na digitalizační kartě (např. 600 x 480, 800 x 600, 1024 x 768, 1920 x 1200 pixelů apod.). Tyto hodnoty, vyjadřující velikost obrazové matice, nám udávají **rozlišení obrazu**. V teorii analýzy obrazu rozlišujeme tři základní typy obrazů: barevné, šedé a binární.

Barevné obrazy

Barevné obrazy jsou složeny ze 3 barevných složek – červené, zelené a modré (red, green, blue – dále jen RGB). Hodnoty pixelů, vyjadřující intenzitu uvedených složek se pohybují v intervalu od 0 do 255 pro každou z uvedených složek. Ke zpracování barevného obrazu se často používá pouze jeho intenzitní složka. Odstín (hue) a sytost (saturation) zůstávají u typických kontrastujících a ostřících transformací stejné.

Šedé obrazy

Šedé obrazy jsou obrazy odvozené a představují podmnožinu obrazů barevných. Hodnoty pixelů se mění v intervalu 0-255, ale jsou (na rozdíl od typických barevných obrazů) v každém jeho pixelu identické pro všechny tři složky (RGB).

Binární obrazy

Binární obrazy vznikají segmentací barevných (šedých) obrazů. Jsou tedy určitým zjednodušením původních obrazů. Tyto obrazy mohou v každém pixelu nabývat pouze 2 možných hodnot: 0 pro pozadí a 1 pro objekty a struktury. Používají se zejména pro měření tvarů a velikostí a jsou meziproduktem a významnou pomůckou při analytickém zpracování barevných a šedých obrazů.

Hloubka obrazu

Digitální obraz je kromě rozlišení charakterizován ještě tzv. barevnou hloubkou (Color depth, Bit depth). Její hodnota činí u moderních systémů analýzy a zpracování obrazu nejméně 24 bitů. Ve fotografii běžně používaná 24 bitová barevná hloubka má rezervováno 24 bitů na každý pixel (Bit per Pixel, bpp) a je tedy schopná vytvořit celkem:

$$2^{24} = 16.777.216 \text{ různých barev}$$

V RGB modelu je každý pixel tvořen 3 kanály (Channels), které popisují příspěvek červené (Red), zelené (Green) a modré (Blue) složky do celkové výsledné barvy pixelu. V literatuře se proto často uvádí barevná hloubka vztažená ke každému kanálu (Bit per Channel) a potom např. 8 bitů na každý kanál znamená $3 \cdot 8 = 24$ bitů na každý pixel. Je tak třeba si vždy všimnout, zda uvedená barevná hloubka je myšlena na pixel nebo kanál. Není však pravidlem, že jednotlivé barevné kanály musí mít stejnou barevnou hloubku. Rozlišení a hloubka obrazu závisí na typu systému použité obrazové analýzy, použitém operačním systému, ovladači obrazovky a hardwarové konfiguraci. Např. systém analýzy a zpracování obrazu NIS – Elements AR je schopen pracovat až s 16 bity na každý použitý kanál (R,G,B).

4.3 Základní typy morfologických operací

Zpracování obrazů se řídí logickými pravidly, vycházejícími např. z principů matematické morfologie a není závislé na úrovni pořízení vstupního obrazového materiálu. Jinými slovy – stejnými obrazově analytickými metodami se mohou zpracovávat mikroskopické, makroskopické nebo i letecké (kosmické) snímky.

Zpracování binárních obrazů je prováděno na principech matematické morfologie (SERRA 1982). Základní obrazově morfologické operace jsou **eroze**, **dilatace**, **otevření** a **uzavření**. Dále se pro úpravu obrazů používají tzv. homotopické transformace (tzn. takové, které nemění topologické vlastnosti obrazu. Sem patří zejména vyčištění a vyplnění děr.

Strukturní elementy

Eroze, dilatace, otevření, uzavření, vyčištění a některé další operace s binárními obrazy jsou definovány typem matice a počtem iterací. Matici někdy nazýváme též strukturní element nebo kernel. Typ matice nám (zjednodušeně řečeno) udává počet pixelů, jichž se bude daná operace týkat a jejich rozmístění kolem středu strukturního elementu.

Aplikace výše uvedených a dalších transformací v analýze obrazu má některá omezení způsobená digitalizací. Digitalizované obrazy jsou maticová zobrazení analogových předloh, sejmutých cestou diskrétního vzorkování spojitého analogového signálu. Dalším omezením je konečný výřez snímaného obrazu.

4.4 Obecný postup zpracování obrazu počítačovou analýzou obrazu

Základní etapy zpracování obrazu počítačovou analýzou jsou tyto:

- a) příprava a snímání objektů
 - příprava objektu na snímání a měření;
 - snímání (digitalizace) objektu
- b) měření objektů
 - kalibrace
 - prahování barvy – předběžné určení měřených struktur
 - digitální čištění měřené struktury – její definitivní určení
 - vlastní měření potřebných veličin
- c) zápis výsledků, výstup

4.5 Možné měřené veličiny

- plocha
- odchylka intenzity
- typický odstín
- odchylka odstínu
- střední hodnota červené složky
- střední hodnota zelené složky
- střední hodnota modré složky
- střední hodnota intenzity
- střední hodnota saturace
- střední sečna
- obvod
- objem odpovídající válci
- objem odpovídající kouli a další;
- x-souřadnice těžiště

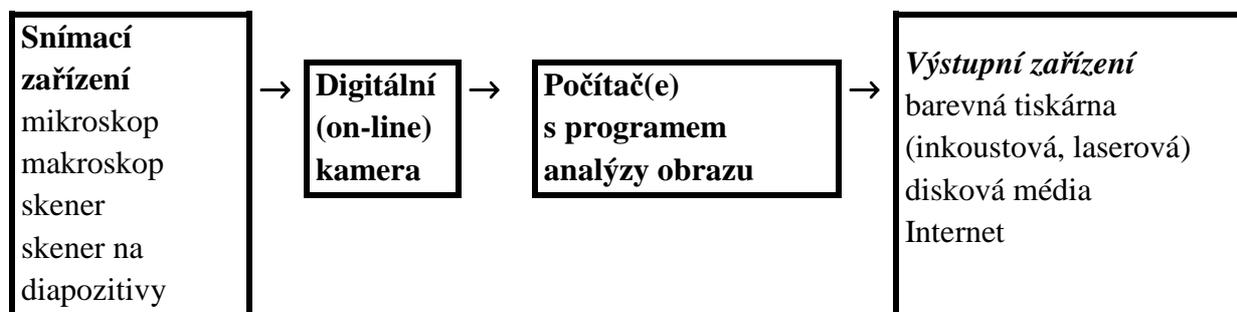
- y-souřadnice těžiště
- kruhovost
- výstřednost-elongace
- ekvivalentní průměr
- zaplněná plocha
- míra zaplnění
- délka
- šířka
- maximální Feretův průměr
- minimální Feretův průměr
- orientace a další;
- plošný podíl
- počet objektů
- plocha povrchu vztažená na jednotku objemu a další

Vlastní výčet úloh, které je možno řešit s využitím metod analýzy a zpracování obrazu, jakož i podrobnější popis samotných metod přesahuje rámec této kapitoly.

4.6 Technické vybavení a parametry

Princip měření a technické vybavení

Možné sestavení měřicího systému ukazuje následující schéma (obr. 23) :



Obr. 23: Schéma možného technického řešení systému počítačové analýzy obrazu

Laboratoř analýzy a zpracování obrazu je obvykle vybavena následujícím technickým zařízením

(s ohledem na využití nejen pouze v hospodářské úpravě lesa):

- **snímací zařízení**
 - mikroskop s fázovým kontrastem, polarizovaným světlem a úpravou pro využití fluorescence (umožňuje snímání objektů o velikost od cca 0,001 mm),

- makroskop s kvalitní optikou (umožňuje snímání objektů o velikosti od cca 0,1 mm do cca formátu A3),
- barevný skener s optickým rozlišením 600 dpi (tj. bodů na 1 palec), softwarovým až 2400 dpi
- skener na diapozitivy

Snímání při použití mikroskopu a makroskopu umožňuje digitální barevná on-line kamera s rozlišením alespoň 5 Mpix.

- **vyhodnocovací zařízení**

- 1- 2 PC (Pentium 4, 3.00 GHz, 1 (2) GB RAM, 120 (160) GB HDD, 24“ monitory) s programy analýzy a zpracování obrazu (např. systém NIS Elements - AR)

- **výstupní zařízení**

- barevná inkoustová A3 tiskárna
- barevná laserová tiskárna
- možnost vypálení na CD, DVD popř. uložení na pevný disk nebo jiné medium

4.7 Materiály a metodika měření

Jako základní vstupní media ke zjišťování stavu lesa se používají především

- Panchromatické (černobílé) snímky pozemní i letecké
- Některé snímky (zejména letecké) byly pořízeny např. ve 40. letech 20. století, kdy ještě nebyla rozvinuta technologie barevné fotografie. Chceme-li provést srovnání současného stavu a stavu z té doby, nevyhne se jejich použití.
- Barevné snímky pozemní i letecké
- Spektrozonální letecké snímky
- Spektrozonální snímky v nepravých barvách se pořizují měřičskými kamerami na speciální barevný materiál, jehož citlivost je posunuta směrem k delším vlnovým délkám. Ten je schopen zaznamenat obraz ve třech spektrálních pásmech, které odpovídají červené, zelené a blízké infračervené oblasti záření.
- Multispektrální letecké snímky
- Multispektrální snímky se pořizují speciálními kamerami se čtyřmi až šesti spektrálními pásmy, z nichž jedna pracuje v oblasti blízkého infračerveného spektra. K lesnické interpretaci se používají (na rozdíl od snímků spektrozonálních) tzv. barevné syntézy.

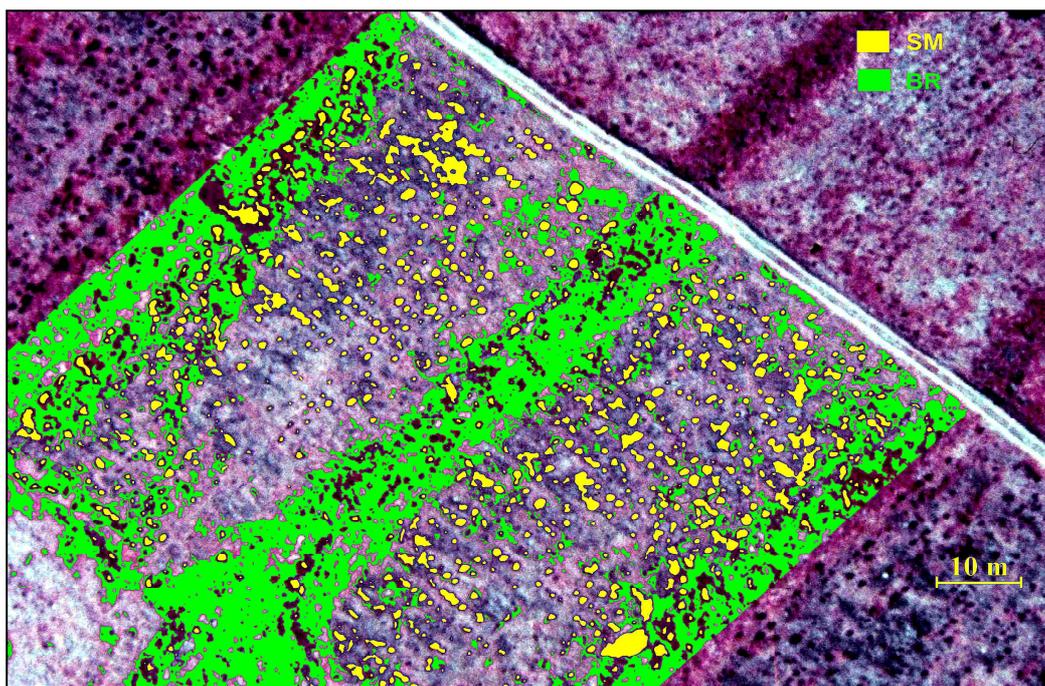
Výše uvedené snímky jsou před zpracováním digitalizovány a uloženy ve formě obrazových souborů.

4.8 Základní zjišťované parametry a veličiny

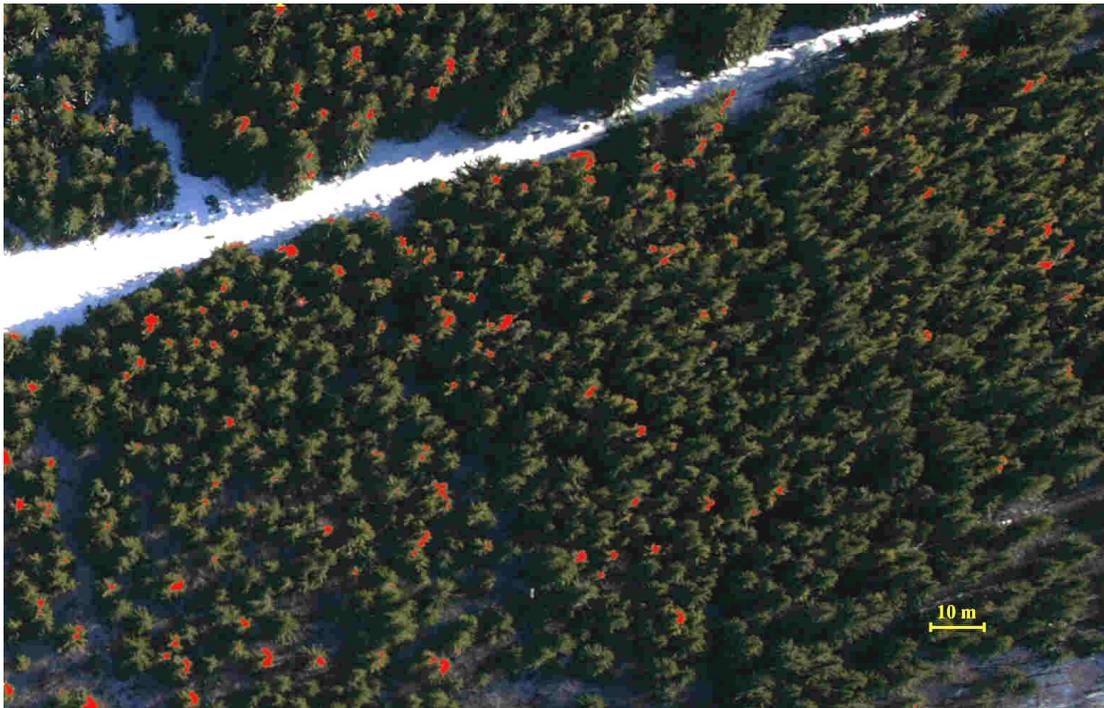
S využitím metod počítačové analýzy se v souvislosti se zjišťováním stavu lesa na vylišených plochách dají řešit např. následující úlohy:

- velikost ploch (obr. 28, 29)
 - zastoupení dřevin (obr. 24)
 - velikost průmětu korun (obr. 25)
 - míra cloněné plochy porostu (obr. 26)
 - zdravotní stav porostu (obr. 25)
 - zjišťování plošného zastoupení jednotlivých druhů a směsí dřevin (obr. 25)
 - hodnocení zápoje (hustoty) porostů (obr. 27)
 - stanovení počtu stromů na jednotku plochy (obr. 26)
 - specifikace a posouzení krajinných prvků (obr. 28, 29)
 - specifikace a posouzení technologických objektů (obr. 28, 29)
- a další možnosti

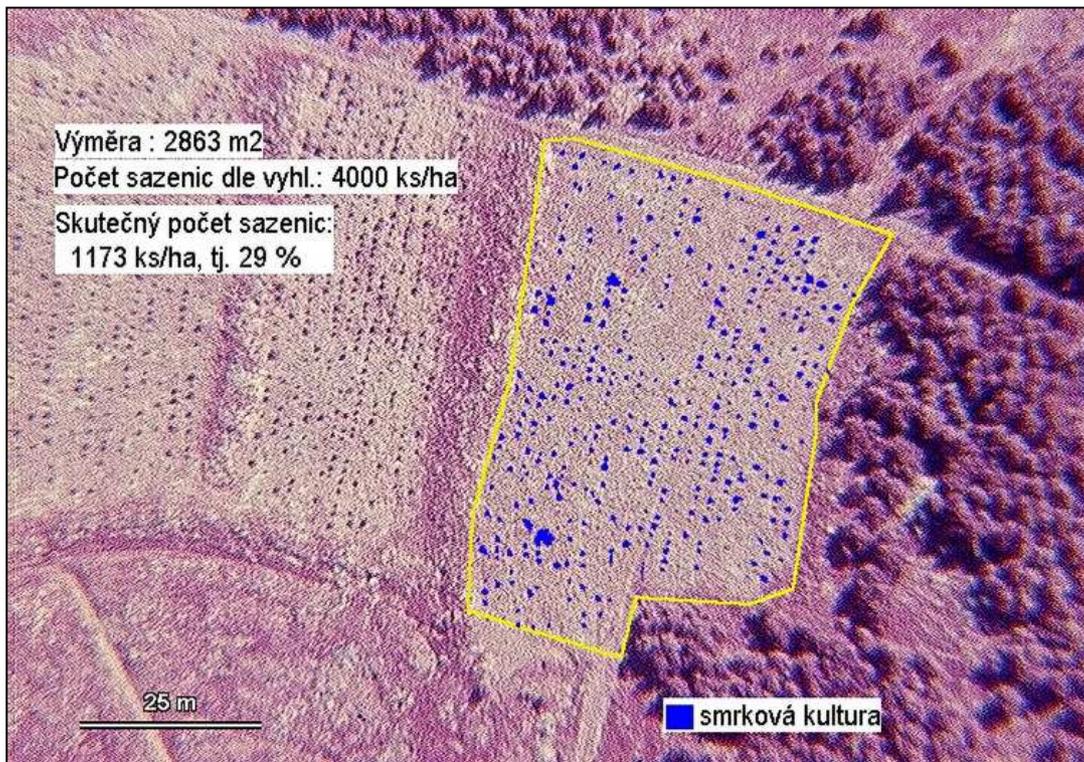
Měřené dřeviny na plochách lze samozřejmě situovat do odpovídajícího souřadného systému.



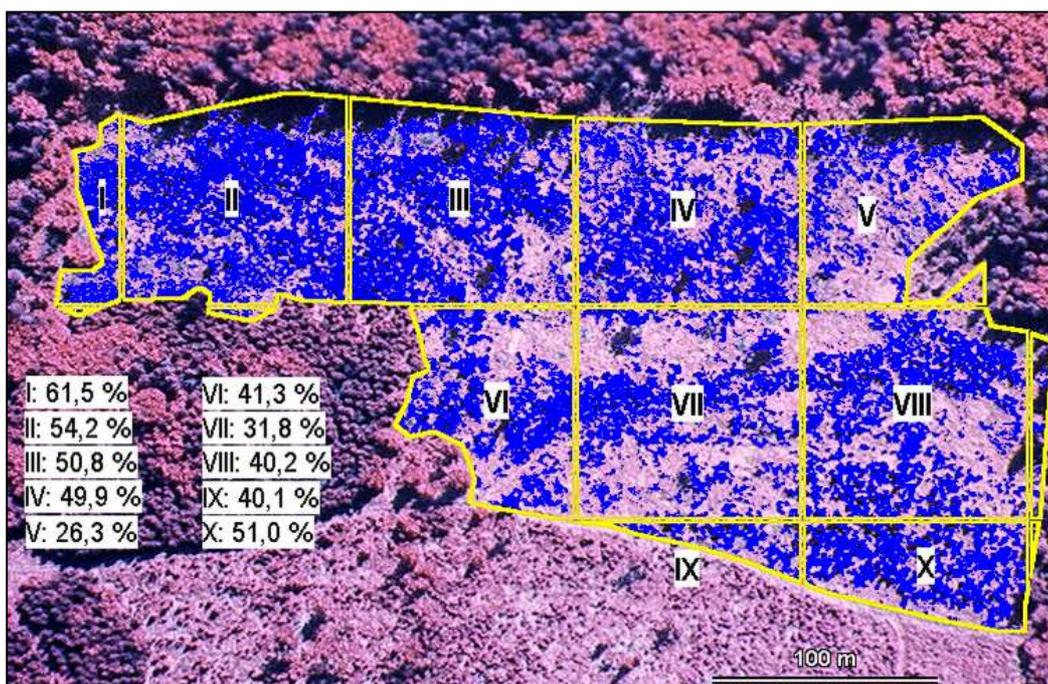
Obr. 24: Kontrola zajištěnosti kultury a detekce dřevin na spektrozónálním leteckém snímku. Lesy ČR, LS Klášterec nad Ohří. Zeleně bříza, žlutě smrk pichlavý.



Obr. 25: Detekce prosychání korun jehličnatých porostů (SM) z barevného leteckého snímku.
Lesy ČR, LS Město Albrechtic



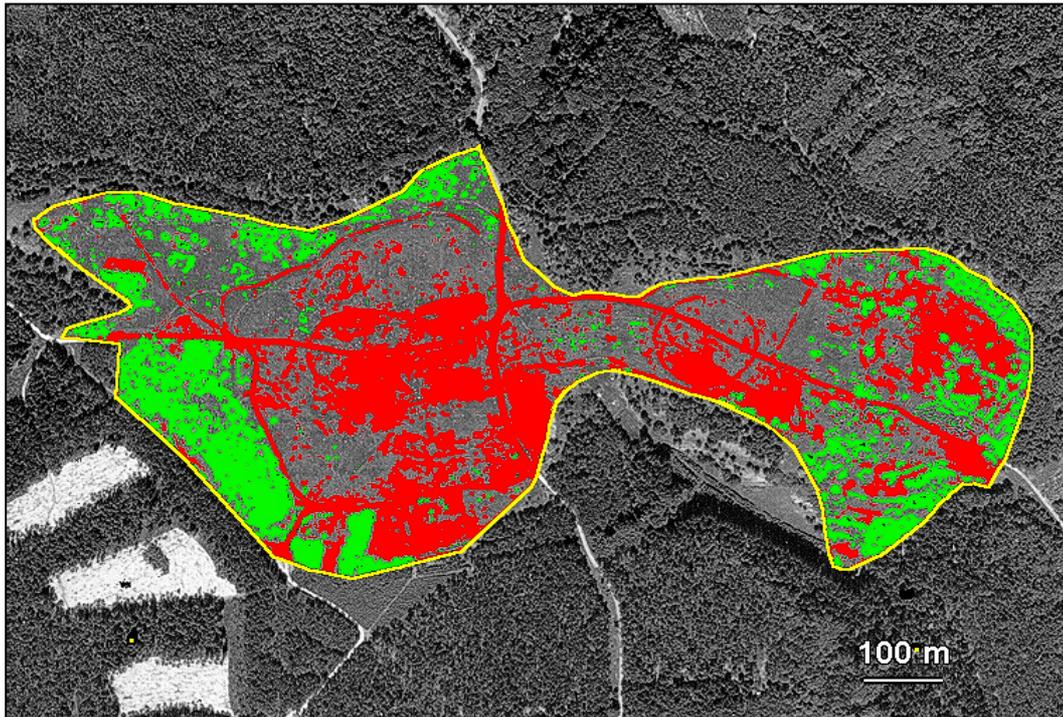
Obr. 26: Analýza zdaru zalesnění. Lesy ČR, LS Klášterec nad Ohří



Obr. 27: Analýza zajištění bukové kultury (8 let) ze spektrozónálního leteckého snímku. Lesy ČR, LS Luhačovice.



Obr. 28: Analýza rozmístění vegetace a volných zhutněných a nezhutněných ploch z panchromatického (čb) leteckého snímku. VLS Mimoň.



Obr. 29: Analýza rozmístění vegetace a volných zhutněných a nezhutněných ploch z panchromatického (čb) leteckého snímku. VLS Mimoň.

Praktické uplatnění využití některých výše uvedených a dalších možností detekce stavu lesa vedlo k návrhu tzv. alternativní metody hospodářské úpravy lesa (KADAVÝ, MAZAL, KNEIFL 2002), která byla specifikována v rámci Technologie zpracování lesních hospodářských plánů na základě počítačové analýzy obrazu (KADAVÝ, MAZAL, SIMON, 2003) a dále rozpracována a doplněna v publikaci (KADAVÝ, MAZAL, SIMON, 2011). Zmíněná metoda může sloužit jako managementové vyústění využití analyzovaných ploch i širších území, pro různé varianty managementu, např. v kombinaci s využitím růstových simulátorů.

4.9 Základní filozofie metody hospodářské úpravy lesů založené na počítačové analýze obrazu (KADAVÝ, MAZAL, SIMON, 2003)

Prezentovaná metoda vychází z řešení následujících problémových okruhů a požadavků:

- a) snížení nákladů nutných na pořízení a vypracování plánu
- b) minimalizace terénní práce kvalifikovaného taxačního personálu na zařizovaném majetku
- c) snaha po maximálním využití obrazových dat pomocí počítačové analýzy obrazu
- d) snaha po maximálním využití dat starého plánu
- e) využití lokálních růstových modelů zkonstruovaných především nad daty starších plánů

a) Snížení nákladů nutných na pořízení a vypracování lesního hospodářského plánu

Snížení nákladů nutných na pořízení a vypracování plánu tvoří základní bod metody. Přijmeme-li ten fakt, že proces pořízení plánu je možno zobecnit do řešení dvou základních problémových okruhů, tj. *sběr dat – popis porostů a zpracování těchto dat*, pak **hlavní pozornost metody je zaměřena na sběr dat**. Je samozřejmé, že i zpracování dat především z hlediska technologického je nákladnou záležitostí. Na tuto oblast je však možno v podstatě pohlížet jako na konstantu, neboť v případě použití této metody konkrétní taxační firmou lze předpokládat, že takovouto technologii bude muset vlastnit. Logicky pak tuto technologii budou vlastnit všechny firmy, které metodu budou používat. Zde, jak lze vidět, tedy není příliš prostoru pro hledání úspor. Softwarové řešení uvedené metody je na bázi propojení systému analýzy a zpracování obrazu (původně LUCIA G, nověji systém NIS – Elements) a tzv. GIS – ového software TopoL ve vazbě na běžně používané taxační software.

b) Minimalizace terénní práce kvalifikovaného taxačního personálu na zařizovaném majetku

Jak je výše uvedeno, oblast sběru dat plánu tvoří základní bod metody, neboť zde vidíme možný zdroj výrazných úspor nákladů na pořízení plánu. Je samozřejmé, že tato minimalizace terénní práce nesmí být na úkor vypovídací schopnosti plánu.

Ústředním prvkem této minimalizace je především následující úvaha: Proč se má taxátor při obnovách plánu stejného majetku (tj. stejných porostních skupin, etáží) opakovaně zabývat popisem např. mladých a středně starých porostů? Vždyť stejnou službu může poskytnout znalost dat starého plánu a k predikci taxačních veličin může být použit vhodný růstový model! A co víc – data starého plánu je možno zpřesnit (zaktualizovat) například vyhodnocením leteckého snímku. Při praktickém uplatnění tohoto předpokladu je možno hovořit o výrazné úspoře pohybu kvalifikovaného taxátora po lesním majetku. Ve výše uvedené úvaze můžeme jít ještě dále. Nebylo by možné ji rozšířit i na porosty starší či mýtně staré? Pokud ano, jednalo by se opět o výraznou redukci podílu lidské práce při tvorbě plánu.

c) Maximální využití obrazových dat pomocí počítačové analýzy obrazu

Uvedená metoda klade maximální důraz na využití obrazových médií k tvorbě plánu. Tato procedura v sobě obsahuje pořízení obrazového záznamu a jeho následné vyhodnocení. K samotnému vyhodnocení je použita počítačová analýza obrazu.

Z běžně dostupných obrazových médií ve vazbě na cenu jejich pořízení metoda preferuje letecké snímky, protože v současné době satelitní snímky (IKONOS II) ne vždy disponují takovým rozlišením jako snímky letecké. Rozlišení snímků ze satelitu IKONOS II se pohybuje v rozmezí 1 — 4 m podle typu snímku (panchromatické, resp. multispektrální), naopak rozlišení leteckých snímků pro obvyklá měřítka se pohybuje v řádu několika desítek

centimetrů! Při použití jen satelitních snímků by nebylo možné provádět především detailní rozbor korunové vrstvy lesních porostů. Bez této analýzy by nebylo možné provádět např. hodnocení zdravotního stavu jednotlivých stromů, avšak především stanovovat počty stromů na jednotku plochy a tudíž ani vypočítávat zásoby porostů.

d) Využívání dat starého lesního hospodářského plánu

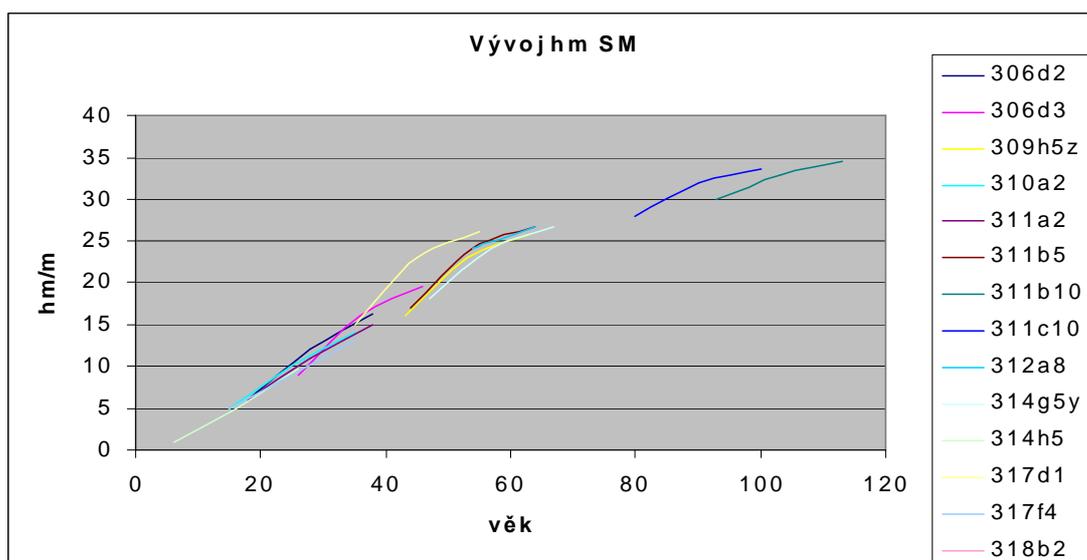
Prezentovaná metoda hospodářské úpravy lesů věnuje velkou pozornost datům starších plánů v tom smyslu, že v nich spatřuje velké množství informací, kterých je možno následně využít. Metoda v této souvislosti poukazuje na možnost, která do této doby nebyla téměř využívána, tj. na následnou práci s těmito daty. Tvorba plánu pak nepředstavuje pouze tzv. sběr dat k danému časovému okamžiku, ale využívání těchto dat především k tvorbě lokálních růstových modelů.

e) Tvorba lokálních růstových modelů

Tvorba lokálních růstových modelů představuje průlom v dosavadním využívání obecných růstových modelů (růstových tabulek) používaných v hospodářské úpravě lesů.

Využití lokálních růstových modelů, které lze zkonstruovat z dat řady lesních hospodářských plánů, má za úkol poskytnout vlastníku informace o vývoji základních taxačních veličin jeho lesních porostů s daleko větší vypovídací schopností.

Možnost využití dat časové řady plánů je prezentována na obrázku č. 30. Jedná se o ukázkou predikce střední porostní výšky konkrétních porostních skupin ze dvou na sebe navazujících starších plánů s následnou predikcí hodnoty této taxační veličiny po deseti letech.



Obr. 30: Ukázkou využití růstového simulátoru hodnot střední porostní výšky pro dřevinu smrk

Konkrétní hodnoty provedených simulací jsou obsahem tabulky 2. V této tabulce jsou hodnoty věků konkrétních porostních skupin označeny symboly „T1“ a „T2“ (data z dvou po

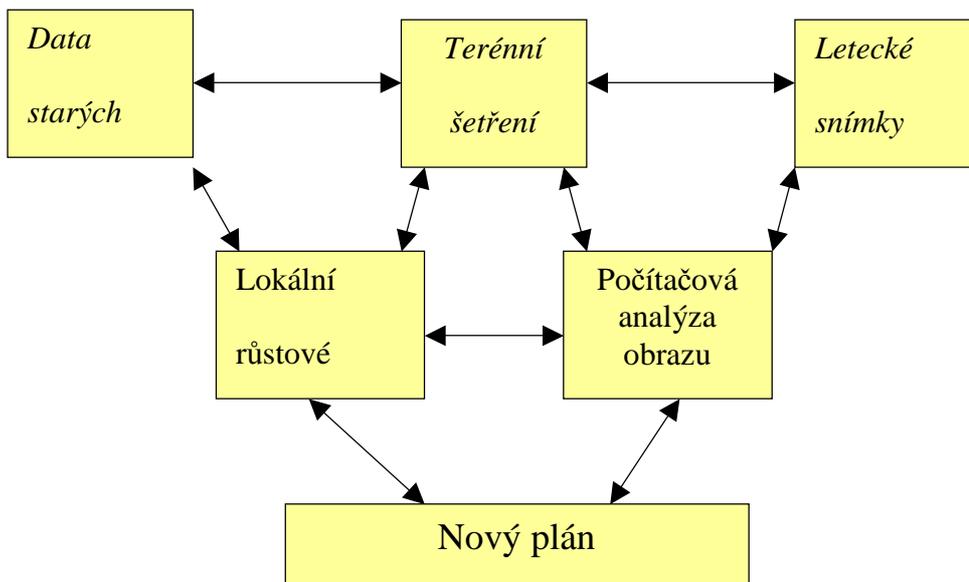
sobě následujících plánů) a „hm“ označuje jejich střední porostní výšky. Analogicky pak veličina „Tpred.“ představuje věk, pro který bude provedena růstovým simulátorem predikce hodnoty střední porostní výšky „hmpred.“ pro tento věk porostní skupiny (ZACH 2001).

POROSTNÍ SKUPINA	T1	hm	T2	hm	Tpred.	hmpred.
306d2	18	6	28	12	38	16,2
306d3	26	9	36	16	46	19,4
309h5z	43	16	53	23	63	25,6
310a2	15	5	25	10	35	14,1
311a2	18	6	28	11	38	14,9
311b5	44	17	54	24	64	26,6
311b10	93	30	103	33	113	34,5
311c10	93	30	103	33	113	34,5
312a8	80	28	90	32	100	33,7
314g5y	44	17	54	24	64	26,6
314h5	47	18	57	24	67	26,5
317d1	6	1	16	5	26	9,7
317f4	35	15	45	23	55	26,0
318b2	15	5	25	9	35	13,1

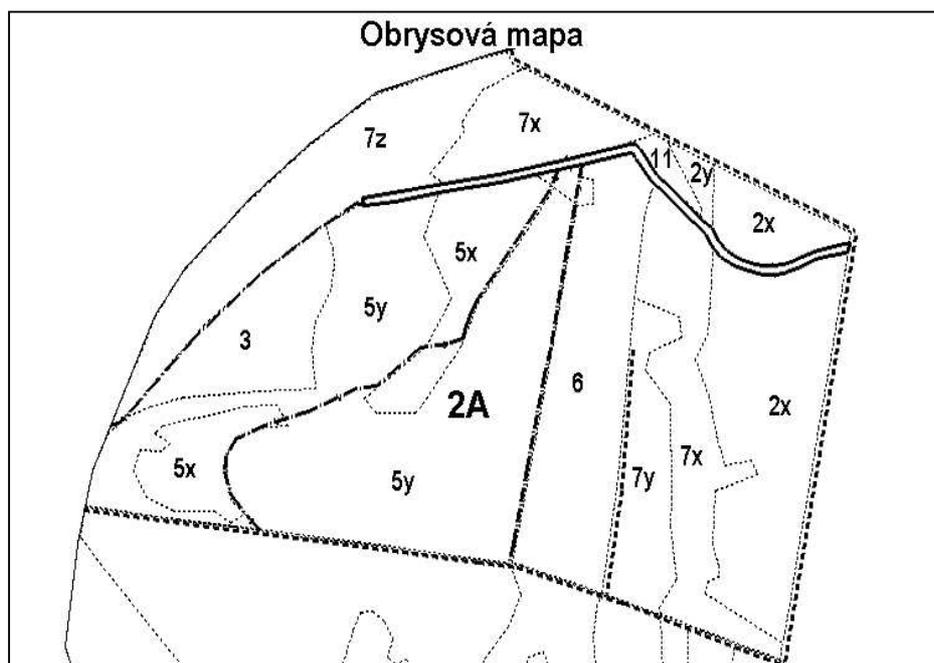
Tabulka 2: Hodnoty středních porostních výšek provedených predikcí pro dřevinu smrk

Metoda hospodářské úpravy lesů je alternativní technologií zpracování lesních hospodářských plánů, která klade maximální důraz na využití počítačové analýzy obrazu. Výchozím bodem této metody je snaha po minimalizaci nákladů na vypracování plánu. Z tohoto důvodu je těžiště metody možno hledat v tzv. pořizování primárních dat plánů, tj. v popisu porostů a jejich následném zpracování do podoby standardních výstupů.

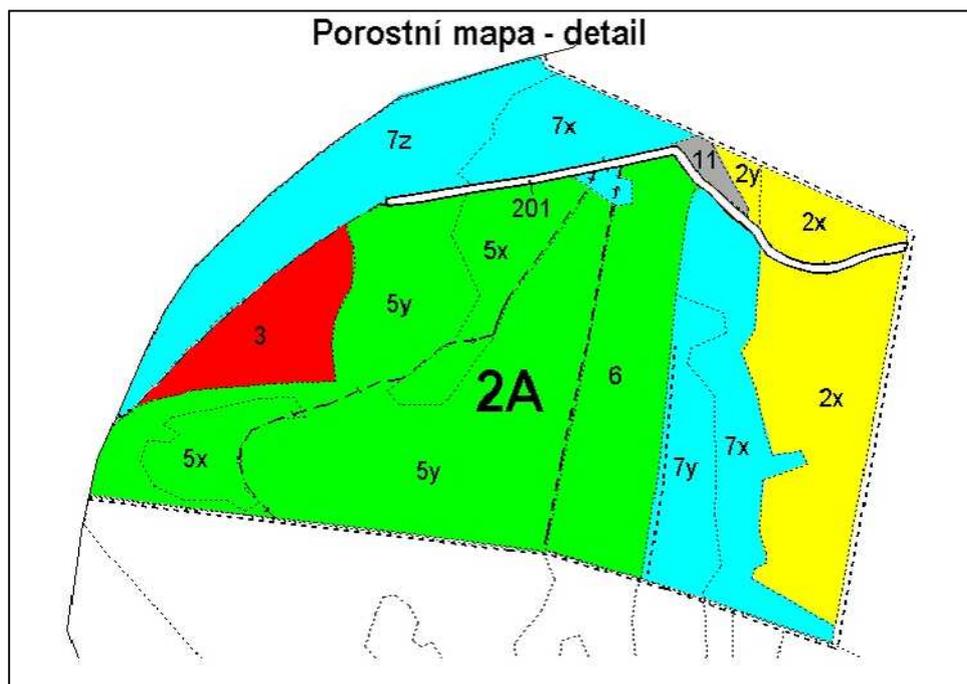
K danému účelu metoda využívá vyhodnocení barevných leteckých (především spektrozónálních) snímků počítačovou analýzou obrazu. Údaje popisné části plánu metoda odvozuje z lokálních růstových modelů, které jsou zkonstruovány nad daty starších plánů konkrétního lesního majetku. Tvorbu plánu podle nové metody hospodářské úpravy lesů je tedy možno vyjádřit pomocí následujícího vztahu (obr. 31):



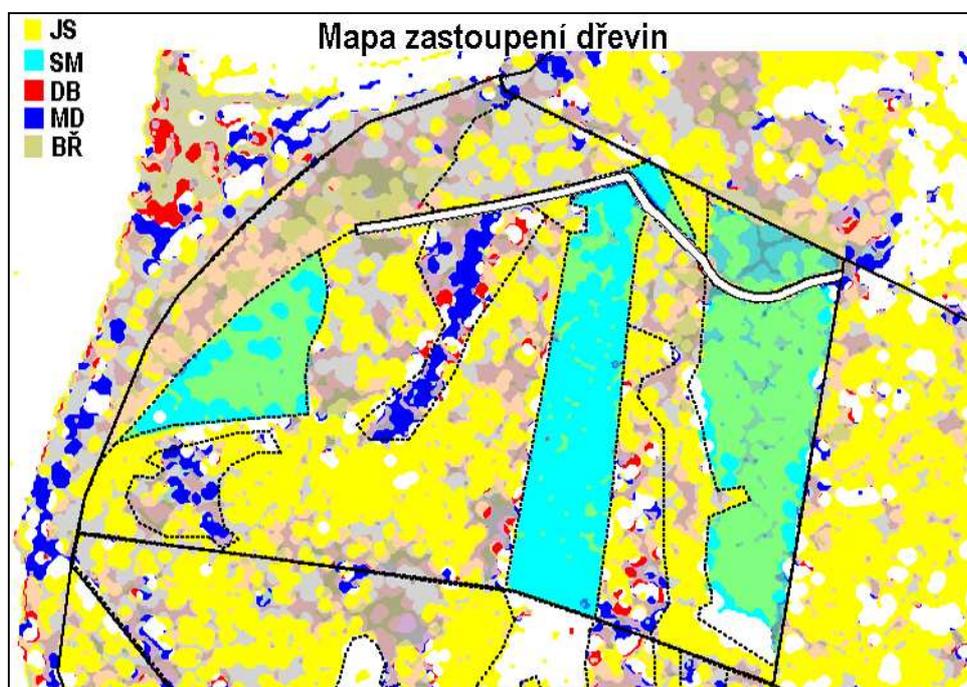
Obr. 31: Konstrukce plánu podle nové metody hospodářské úpravy lesů



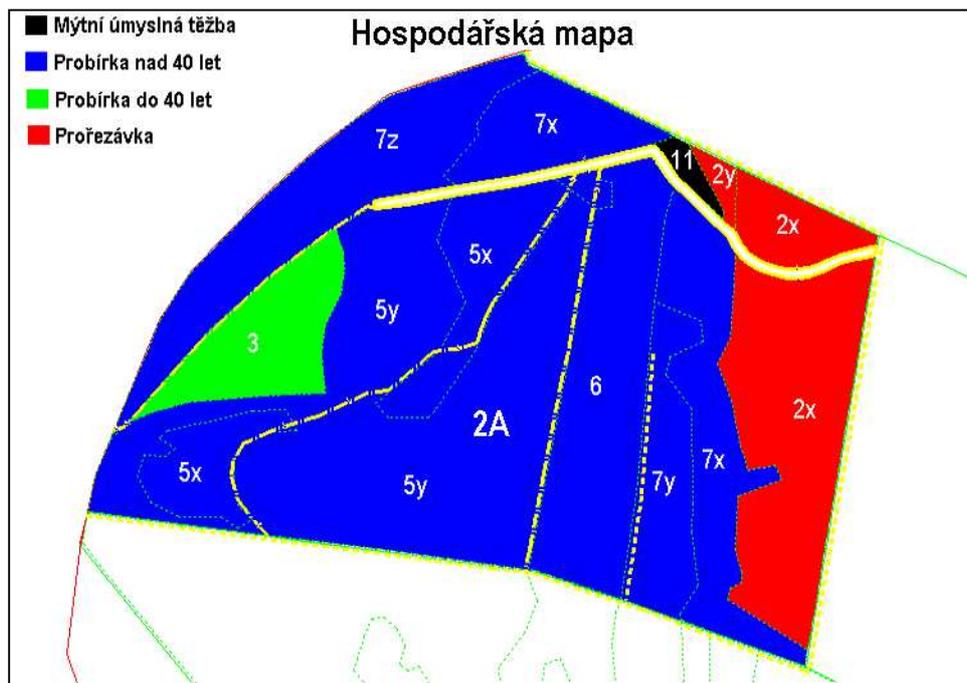
Obr. 32: Obrysová mapa



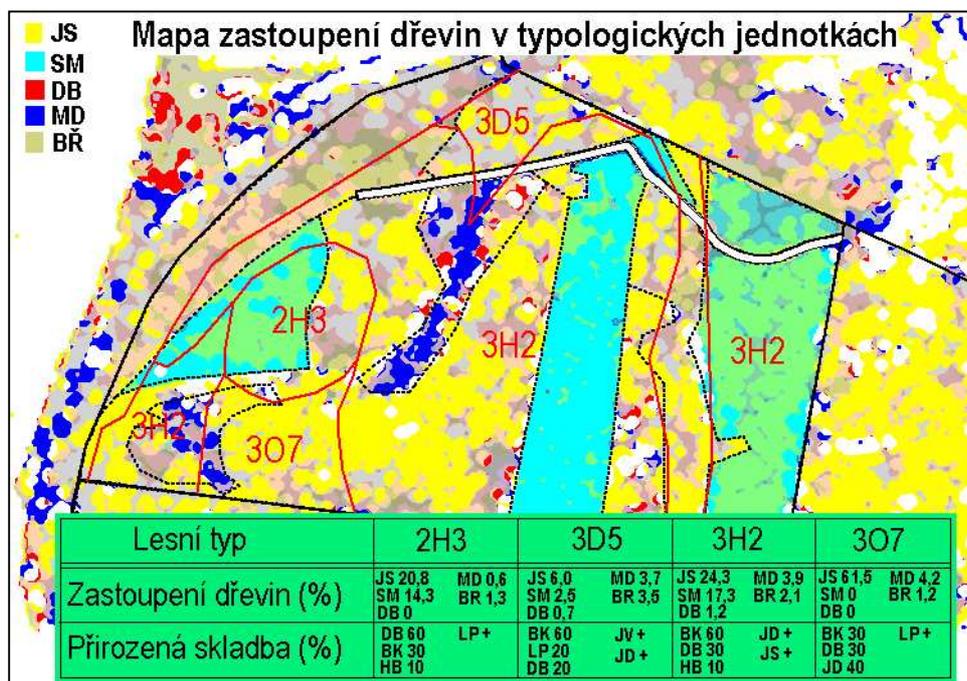
Obr. 33: Porostní (mapa)



Obr. 34: Mapa zastoupení dřevin



Obr. 35: Hospodářská mapa



Obr. 36: Mapa zastoupení dřevin v typologických jednotkách

5 RŮSTOVÉ A SORTIMENTAČNÍ TABULKY

5.1 Růstové tabulky

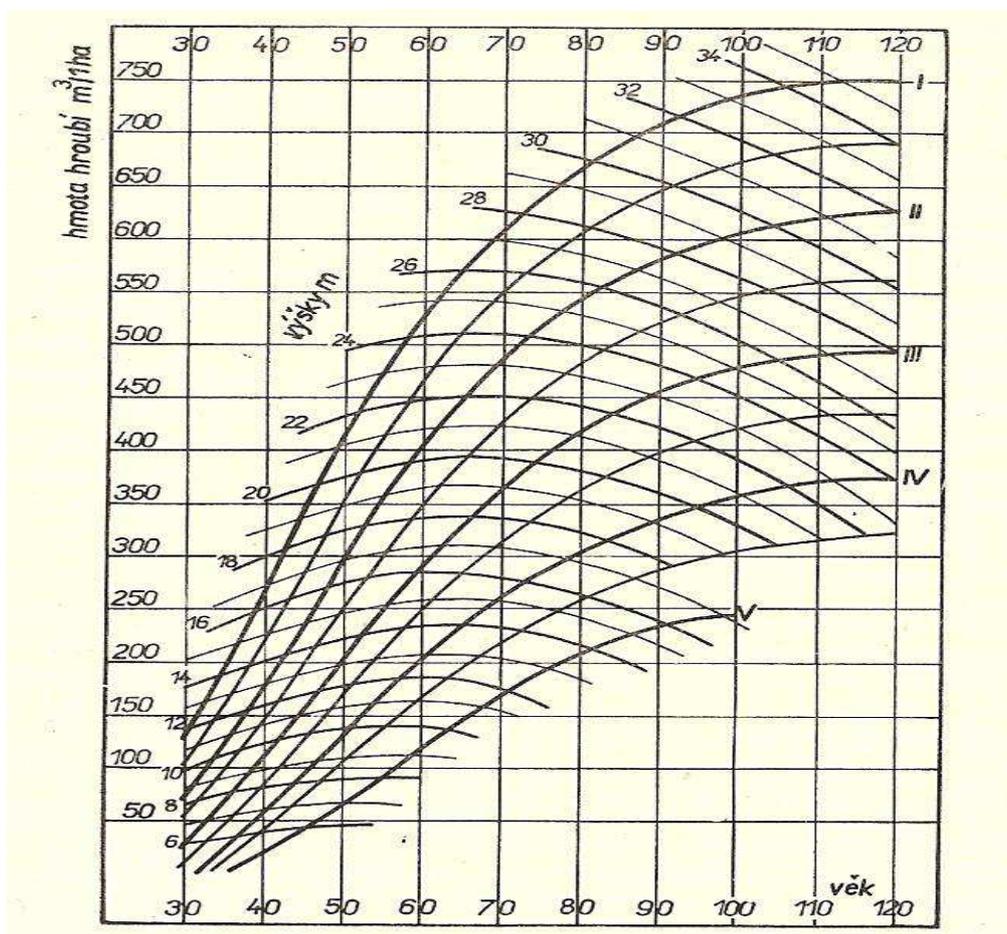
Růstové tabulky patří do souboru taxačních tabulek. Vyjadřují růst a produkci porostů lesních dřevin obvykle v závislosti na věku a bonity stanoviště, na kterém rostou. Protože vyjadřují i celoživotní produkci porostů, mají zvláštní význam hlavně pro hospodářskou úpravu lesů. Pro praktické potřeby jsou uspořádány do grafických nebo tabulkových přehledů. V minulosti se růstové tabulky označovali i jako vzrůstové, produkční nebo výnosové a bylo to podle toho, zda se v nich zdůrazňoval jen růst nebo hlavně produkce (výnos) porostů. Podobný vývoj byl i v zahraničí, ale i tam se nakonec ustálily tři jazykové mutace: Ertragstafeln v němčině, Yield tables v angličtině, tables de production ve francouzštině a Tablici choda rosta v ruštině.

5.1.1 Historie a vývoj růstových tabulek

Historie růstových tabulek začíná v 18. a zejména v 19. století hlavně v Německu. Z nejvýznamnějších můžeme uvést první vydání Feistmantelových růstových tabulek z r. 1854 pro 7 hospodářsky významných dřevin. BAUR (1877) vytvořil na Württenberskom výzkumném ústavu růstové tabulky pro smrk a zároveň představil i svou originální grafickou metodu, podle níž je vytvořil. Jeho metoda se stala na dlouhá desetiletí základní konstrukční metodou většiny růstových tabulek a v literatuře se i dosud uvádí jako Baurova proužková metoda. Baurove tabulky uváděly jen zásobu hlavního porostu a jako první v hroubí s kůrou. Neobsahovaly údaje o podružném porostu, a proto ani celkovou produkci a její přírůstky.

Pro konstrukci růstových tabulek bylo velmi významné usnesení Svazu německých výzkumných ústavů z roku 1882 a z roku 1888 o systematickém zakládání a periodickém měření trvalých výzkumných ploch podle jednotlivých dřevin. Na bázi těchto měření vytvořil SCHWAPPACH (1890) růstové tabulky pro smrk. Tabulku A pro Středoněmecká pohoří a severní Německo a tabulku B pro jižní Německo. Na bázi výzkumných ploch a jejich opakovaných měření pocházejících výhradně z Pruska, vydal SCHWAPPACH (1902) růstové tabulky pro smrkové porosty v Prusku. Protože tyto tabulky se používaly i v celém Československu téměř 100 let, uvádíme o nich některé podrobnější informace, které zpracovali ŘEHÁK, PÁV (1959) a ŘEHÁK (1962). Tabulky mají 5 relativních bonit (Obr. 37) a na jejich konstrukci se použilo 269 opakovaných měření na 91 pokusných plochách. Schwappachovu metodiku konstrukce tabulek je možno ztotožnit s Baurovou proužkovou metodou. Probírkový program aplikován v tabulkách vychází z hypotetického předpokladu, že celková produkce porostu není ovlivněna druhem a intenzitou probírek. Schwappach předpokládal, pravděpodobně pod vlivem tzv. pruského produkčního zákona, že i při silných probírka nebo i při silném prosvětlení porostu je dosaženo vysoké celkové produkce. Jelikož od zásoby sdruženého porostu musel odečíst silné probírky (zásobu podružného porostu), podstatně tak snížil zásobu hlavního porostu. Ve srovnání k růstovým tabulkám A a B z roku 1890 udávají pak tabulky z roku 1902 menší zásoby hlavního porostu přibližně o 25%

(ŘEHÁK, PÁV 1959 a ŘEHÁK 1962). Na Schwappachových výzkumných plochách z Pruska pokračoval Wiedemann (1936), který ve své monografii upozornil na chybnou jednostrannou aplikaci probírek v modely růstových tabulek svého předchůdce. Zkonstruoval proto nové růstové tabulky s třemi stupni probírek - mírné, silné a odstupňované, ale v žádném z nich nedosáhl tak vysoké celkové produkce jakou dosáhl SCHWAPPACH (1902).



Obr. 37: Vývoj zásob hlavního porostu (hrubí s kůrou) a středních porostních výšek pro smrk bonity I-V podle růstových tabulek SCHWAPPACHA (1902), překreslil KORF (1972).

Na podkladě pruských pokusných ploch sestavil WEISE (1880) růstové tabulky pro borovici. I SCHWAPPACH (1889) vypracoval růstové tabulky pro borovici. Poprvé po 14 letím výzkumu na severoněmecké nížině a později (Schwappach 1896) po dalších opakovaných měřeních pokusných ploch. Toto druhé vydání se dlouhodobě používalo i v celém Československu. Empirický materiál pro jejich konstrukci pochází ze 146 pokusných ploch. I když SCHWAPPACH (1908) a následně i WIEDERMANN (1943) vypracovali pro borové porosty další vydání růstových tabulek, v lesnické praxi Československa se tyto neujaly.

I pro jedli jsou u nás nejznámější růstové tabulky z Německa. Po pokusech více autorů sestavil EICHHORN (1902) na podkladě bádenských výzkumných ploch vlastní růstové tabulky. Tabulky měly nejen zvláštní uspořádání, ale neobsahovaly i některé porostní údaje.

Pro praktickou potřebu se proto upravili a doplnili podle SCHWAPPACHOVÉ (1929) koncepce. Při konstrukci růstových tabulek byl poprvé vysloven poznatek, že zásoba dřeva velmi úzce závisí na střední výšce porostu. Tento poznatek se pak zobecnil a začal uvádět jako Eichhornov zákon. Růstové tabulky EICHHORNA (1902) se dlouhodobě používaly v celém Československu.

Velká pozornost se věnovala i růstu a produkci bukových porostů. První významnější růstové tabulky buku sestavil v Německu SCHWAPPACH (1893) a ve Švýcarsku FLURY (1907). Po dlouhodobějších měřeních výzkumných ploch sestavil později SCHWAPPACH (1911) nové růstové tabulky. Tabulky A pro uvolněný a B pro obyčejný zápoj. Pro obojí tabulky je střední výška stejná, avšak tabulky A pro uvolněný zápoj mají podstatně nižší hektarové veličiny hlavního a podružného porostu, ale i celkové produkce. Z tohoto důvodu se u nás aplikovaly pouze tabulky B pro obyčejný zápoj.

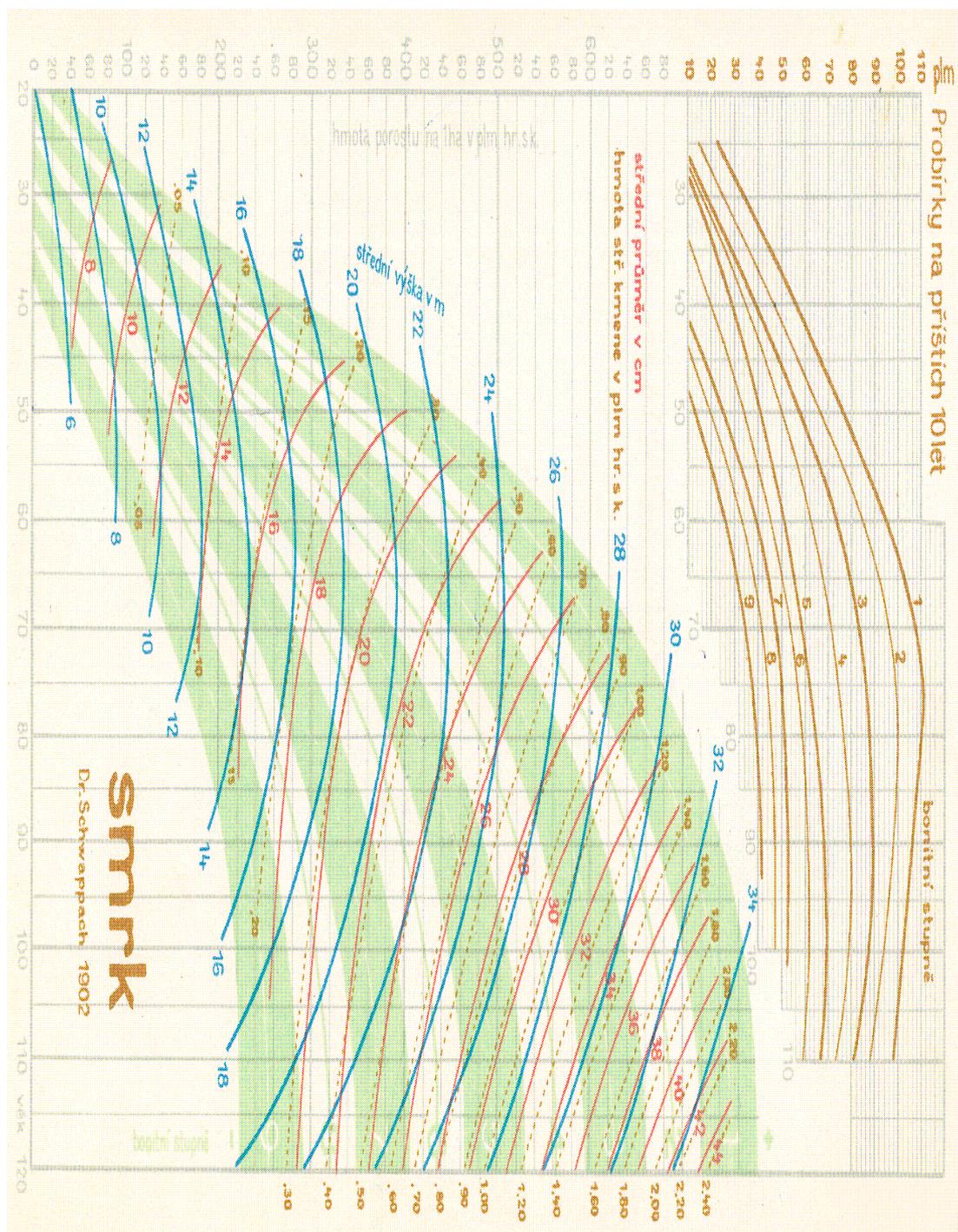
Pro dubové porosty jsou u nás nejnámější a trvale se i používaly WIMMENAUEROVÉ (1900) růstové tabulky. Na jejich konstrukci bylo použito 90 pokusných ploch a kmenové analýzy na odvození výškového růstu. Tabulky měli jen 3 bonitní třídy.

Výzkumy pro konstrukci růstových tabulek kontinuálně pokračovaly i po uváděných počátcích. Jednotliví autoři nebo jejich následovníci pokračovali v opakovaných měřeních výzkumných ploch a zdokonalovali stávající nebo konstruovali nové tabulky. Vzorovým příkladem mohou být růstové tabulky pro smrk v Bavorsku, které zkonstruovali Assmann, FRANZ (1963). Jsou sestaveny na bázi absolutních bonitních stupňů podle horní výšky ve 100 letech, a třech výnosových úrovní - spodní, střední a horní. Jejich probírkový program je nastaven přes optimální a kritickou kruhovou základnu. Podobné tabulky sestavili pro borovici v bývalé NDR LEMBCKE et al. (1975). Používají absolutní bonity podle střední výšky ve 100 letech. Podle přírůstku na zásobě rozlišují 3 výnosové stupně - horní, střední a spodní. Mnozí autoři vydali souborně pro lesnickou praxi kromě vlastních tabulek i tabulky jiných autorů. Tak např. ERTELD (1953) vydal růstové tabulky spolu pro 12 dřevin. Podobně udělal i SCHÖBER (1987), když vydal tabulky pro 17 dřevin. V Rakousku vydal MARSCHALL (1975) růstové tabulky pro 7 dřevin a tomuto vydání předcházelo přezkoušení vhodnosti více tabulek ze sousedních zemí. Kromě jejich přezkoušení všechny tabulky upravili na jednotné bonitování podle střední nebo horní výšky, přičemž bonita je označena celkovým průměrným přírůstkem hrubí s kůrou ve věku 100 let. Pro smrk mají zvláštní tabulky i podle lesních oblastí a růstových okrsků Rakouska.

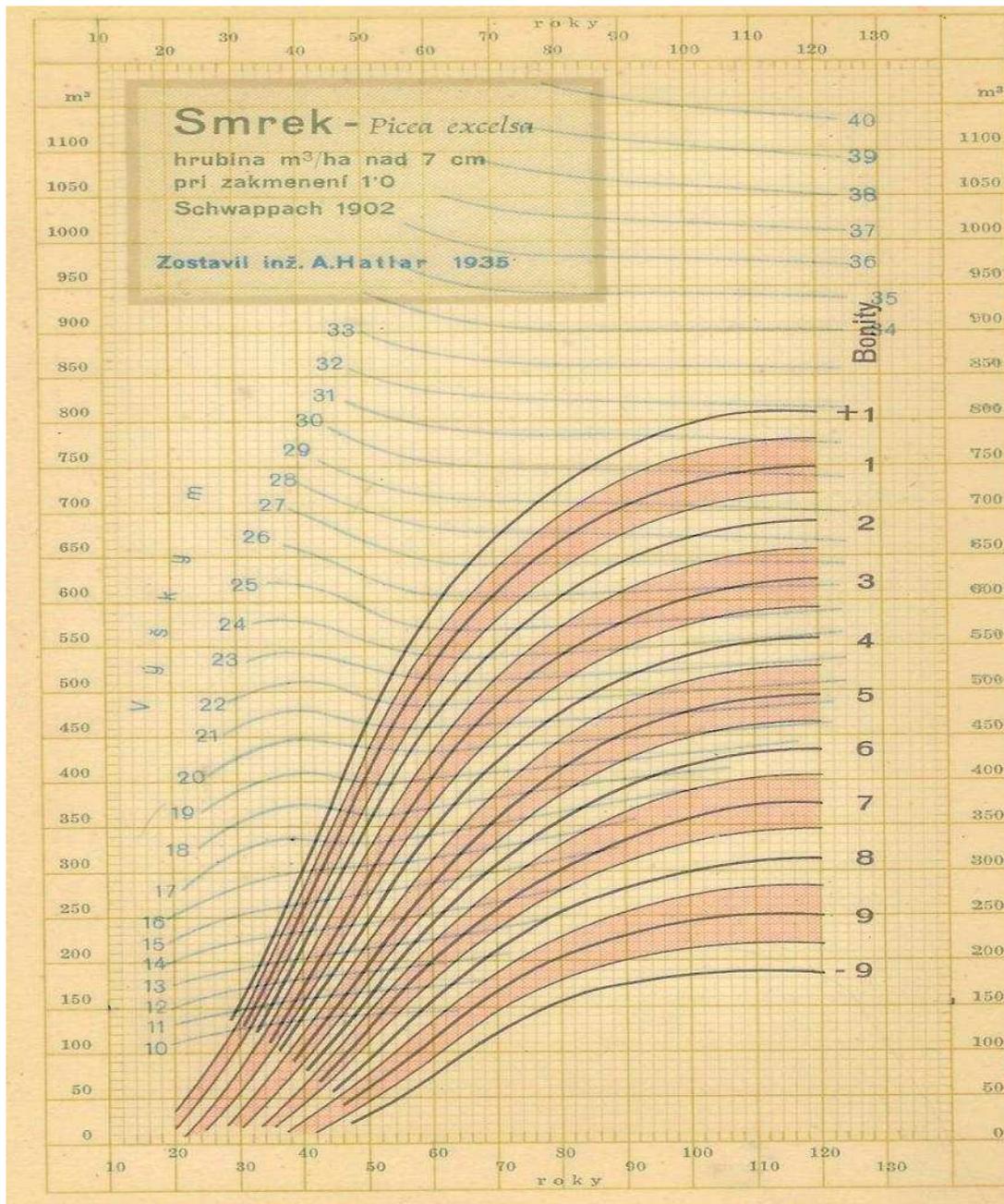
V Československu se začalo s vlastní konstrukcí růstových tabulek ve čtyřiceti letech minulého století, kdy KORSUŇ (1947, 1956, 1966, 1967, 1969) zkonstruoval růstové tabulky pro akát, výmladkový dub, olši, topol a habr. Pro praktickou potřebu hospodářské úpravy lesů se probrali a upravily růstové tabulky z jiných zemí. Pro hlavní dřeviny smrk, jedle, borovice, dub a buk to bylo z Německa. Při jejich úpravě pro naše podmínky se zvýšil zejména počet bonitních stupňů. Bonitní stupně v rozsahu I-III aneb při hlavních dřevinách I-V se jen interpolovali v intervalu přibližně po 2 m střední výšky ve věku 100 let. Nové bonitní stupně byly označeny čísly 1-9. Později se u hlavních dřevin k těmto devíti stupňům doplnil i stupeň

-9 pro nejnižší a +1 pro nejvyšší bonity. Např. pro smrkové porosty byl nejvyšší bonitní stupeň +1 určený střední výškou ve 100 letech přibližně 34 m v ČR (obr. 38a) a 30,5 m v SR (obr. 39b). Prakticky to znamenalo, že všechny porosty, které dosahovaly ve 100 letech vyšší střední výšky se zařazovali pouze do tohoto jediného bonitního stupně. Zároveň jim byly přiřazeny stejné taxační veličiny včetně zásoby dřeva jako porostem s výškou pouze 34 nebo 30,5 m. Tato skutečnost značně deformovala zjišťování stavu lesa pomocí růstových tabulek v celém Československu. KORF et al. (1972) uvádí podrobný seznam růstových tabulek a jejich autory podle jednotlivých dřevin, které se trvale používaly v Československu v 2. polovině 20. století. Např. pro smrk a borovici (modřín) to byly tabulky podle SCHWAPPACH (1902, 1896), pro jedli podle EICHHORN (1902), buk (lípa, javor, třešeň) podle SCHWAPPACH (1911) tab. B a dub (jilm) podle WIMMENAUE (1900). Krom toho uvádí i poznatky LEPORSKÉHO (1948, 1950, 1961) o přezkoušení německých růstových tabulek na území Československa a o potřebě vlastní konstrukce tabulek na podkladě domácího empirického materiálu.

Tato potřeba byla zformulována v roce 1964 do celostátního programu konstrukce československých růstových tabulek. Cílem programu bylo vyhotovit pro hlavní dřeviny smrk, jedli, borovici, dub a buk celostátně jednotné tabulky z domácího empirického materiálu s využitím dostupných vědeckých poznatků a naplněním hlavních požadavků hospodářsko-úpravnické praxe. Program byl rozdělen na roky 1965-1990 do 3 etap a každá etapa měla být dokončena novým vydáním růstových tabulek. Celý program řídila metodická komise.



Obr. 38a: Vývoj zásob hlavního porostu, středních porostních výšek, tloušťek a objemů pro smrk bonity +1 až -9 podle růstových tabulek SCHWAPPACHA (1902), upravil ÚHÚL (1972). V horní části je vývoj zásob podružného porostu.



Obr. 38b: Vývoj zásob hlavního porostu (hrubí s kůrou) a středních porostních výšek pro smrk bonity +1 až -9 podle upravených růstových tabulek SCHWAPPACHA (1902), Lesprojekta-ÚHÚL (1960).

První etapa se realizovala v letech 1965-1975, kdy se zakládali a opakovaně měřili výzkumné plochy po celé republice. Na konci se zkonstruovalo 1. vydání růstových tabulek (HALAJ, ŘEHÁK 1979). Prezentovala se zde hlavně metodika konstrukce, a proto má toto vydání jen teoretický význam. I v druhé etapě (1976-1980) se pokračovalo opakovanými měřeními a na konci se zkonstruovali jejich 2. vydání (HALAJ et al. 1987). V této etapě se kromě přímé konstrukce tabulek pro hlavní dřeviny upravili na stejnou formu i růstové tabulky ostatních dřevin. Pro douglaska to byly tabulky BEGELA (1966), pro výmladkový dub, olši, topol a habr

KORSUNĚ (1956, 1966, 1967, 1969), pro akát FEKETEHO (1960) a pro břízu TJURINA (1931). ŠMELKO (1988) podrobně prozkoumal jejich přesnost a konstatuje, že s 95% pravděpodobností je celková chyba růstových tabulek diferencovaných podle zásobových úrovní v rozsahu ± 13 až ± 16 %. Toto vydání se mělo zavést do praxe hospodářské úpravy lesů a na základě 10 letých zkušeností z jejich používání se mělo v roce 1990 zkonstruovat definitivní 3. vydání. Třetí etapa se však nezrealizovala podle původního programu. V roce 1981 se tabulky nezačali prakticky používat. Příčinou byly silné námitky realizátorů z České republiky hlavně k vysoké strmosti výškových bonitních křivek, ke stanovení vysoké míry plného zkamenění a k nově-zavedené veličině - zásobové úrovni porostů. Aby se neporušil původní záměr programu, realizovat růstové tabulky jednotně a celostátně v celém Československu, nezačali se tabulky uplatňovat ani na Slovensku. I přesto se v programu pokračovalo opakovanými měřeními hlavně trvalých výzkumných ploch a v roce 1987 se obnovily výzkumné práce na dokončení celého programu. Ani během těchto prací se však nedosáhlo jednotné celostátní řešení. Obě strany pak postupovali samostatně.

Zástupci Slovenska sestavili v roce 1990 samostatně 3. vydání tabulek (HALAJ, PETRÁŠ 1998), které se od roku 1992 spolu s 2. vydáním (HALAJ et al. 1987) realizuje nejen v lesnické, ale i v široké společenské praxi na celém území Slovenska. V konstrukci růstových tabulek pokračovaly i úpravou Schoberových růstových tabulek modřínu z roku 1946 (SCHÖBER 1987, PETRÁŠ, HALAJ 1993) a originální konstrukcí tabulek pro topolové klony Robusta a I-214 (PETRÁŠ, MECKO 2005). Na Slovensku se takto zkompletovala soustava růstových tabulek celkem pro 15 dřevin.

V České republice se pro praktické potřeby zjišťování okamžitého stavu porostů zkonstruovali taxační tabulky (ÚHÚL, VÚLHM 1990) a pro sledování dlouhodobého vývoje porostů růstové tabulky (ČERNÝ et al. 1996). Obojí tabulky se staly podle Přílohy č. 3 vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 84/1996 Sb. O lesním hospodářském plánování (Částka 28/1996 Sbírka zákonů) oficiálními tabulkami. Taxační tabulky (ÚHÚL, VÚLHM 1990) jsou konstruovány pro 13 dřevin - smrk, borovice, modřín, jedle, douglaska, dub, buk, bříza, olše, topol, jasan, habr a akát, ale růstové tabulky jsou pouze pro 4 hlavní dřeviny - smrk, borovici, buk a dub.

5.1.2 Základní požadavky na korektní růstové tabulky

Klasické růstové tabulky, mezi které můžeme zařadit i 2. vydání československých růstových tabulek (HALAJ et al. 1987) udávají růst a produkci stejnorodých a stejnověkových lesních porostů v závislosti na jejich věku a bonity stanoviště, na kterém rostou. Simulují tedy jejich celoživotní vývoj. Podle modelů růstových tabulek můžeme pak popsat nejen současný stav porostů nebo jejich minulost, ale hlavně předvídat jejich další vývoj. Správné růstové tabulky by měly co nejvěrněji napodobovat vývoj skutečných porostů. V první řadě by měli správně hodnotit bonitu stanoviště. Kromě toho by měl být znám i program jejich celoživotní výchovy a v návaznosti nato by měla být stanovena i hustota porostů.

Základní veličinou všech růstových tabulek je věk porostu a některá porostní veličina pro určení bonity porostu. Bonita porostu je výrazem intenzity růstu a produkce konkrétní dřeviny na konkrétním stanovišti, a proto se často označuje také jako bonita dřeviny. Nepřímo v sobě odráží bonitu stanoviště, tedy vlastnosti půdy, reliéfu terénu a klimatických podmínek. Pro stanovení bonity by se měli zvolit takové porostní veličiny, které závisí především na přírodních procesech, a co nejméně od způsobu obhospodařování. Nejvíce, dá se říci, že celosvětově bez výjimky, se používá bonita určená podle věku a střední nebo horní výšky porostů. Lesní porosty jsou trvale vázány jen na jedno stanoviště, a proto by měli mít v průběhu celého života stejnou bonitu. Tedy celoživotní vývoj středních nebo horních výšek stanovený v modelech růstových tabulek by měl být shodný s vývojem skutečných porostů. V případě, že by modely růstových tabulek měli strmější výškové křivky, nadhodnocovali by nejen bonity, ale i ostatní porostní veličiny. V opačném případě by se veličiny skutečných porostů podhodnocovali.

Kromě bonity je důležitá hustota porostů, ale i tloušťková a výšková struktura stromů, které jsou zakomponovány v růstových tabulkách. Nejvíce jich ovlivňují přírodní procesy, ale v hospodářských lesích není zanedbatelný ani způsob založení a celoživotní výchovy porostů. Je všeobecně známo, že porosty z přirozené obnovy mají ze začátku podstatně vyšší počty stromů než z umělé, ale ve vyšším věku se postupně vyrovnají. I dlouhodobé výchovné zásahy mají významný vliv na hustotu porostů. Proto mají i všechny růstové tabulky v sobě zakomponován svůj výchovný program. Ten je určen druhem a intenzitou probírek během celého života porostů. Československé růstové tabulky (HALAJ et al. 1987) mají zakomponovaný ve svém algoritmu druh probírek rozdílný podle dřevin. Pro jehličnaté dřeviny se uplatňují v zásadě podúrovňové a pro listnaté úrovňové probírky. V obou případech jsou probírky mírné intenzity. V modelech růstových tabulek se může uplatnit i několik výchovných programů. V tom případě se pro každý program musí odvodit samostatné růstové tabulky. Klasickým příkladem zde mohou být švédské růstové tabulky PETERSONA (1955) pro 100 probírkových programů, které se mezi sebou liší druhem probírky (podúrovňová, rovnoměrná, úrovňová), jejich relativní silou a probírkovým intervalem. V případě, že růstové tabulky jsou i v tvaru matematických modelů, bylo by možné jejich základní tvar modifikovat podle zvolených probírkových programů. Taková modifikace by však byla většinou jen na bázi mechanických, počítařských změn. Chyběly by jí dynamické změny jako reakce porostů na uplatňované probírkové zásahy.

V návaznosti na uplatňovaný výchovný program je v růstových tabulkách stanovena i hustota porostů. Může být charakterizována některou plošnou veličinou, jako je zásoba, výčetní základna nebo počet stromů na 1 ha. Jejich absolutní hodnoty vyjadřují v konkrétních růstových tabulkách míru - etalon plného zkamenění porostů. V relativním vyjádření hustoty konkrétního porostu k tomuto etalonu mluvíme o zkamenění porostu. Pro korektní růstové tabulky by měl být znám nejen postup stanovení jejich míry plného zkamenění, ale i její relace k míře plného zkamenění přirozených porostů, tedy porostů s největší hustotou. ASSMANN (1961) označil zkamenění takových porostů za maximální a zároveň konstatoval, že hustota porostů nezávisí jen na jejich věku a bonitě, ale i od oblasti v níž rostou. V návaznosti nato byly zavedeny do růstových tabulek smrku pro Bavorsko (ASSMANN,

FRANZ 1963) tři výnosové úrovně - nižší, střední a vyšší a v každé se stanovila míra plného zkamenění na úrovni optimální kruhové základny. Podobně jednaly i HALAJ et al. (1987), když v československých růstových tabulkách stanovili tři zásobové úrovně porostů, přičemž pro každou úroveň stanovili i samostatní míru plného zkamenění.

Hlavním obsahem korektních růstových tabulek by měly být:

- **Jednoduché vstupní veličiny k vyjádření růstu a produkce porostů. Obvykle je to věk a bonita porostu.**
- **Základní porostní veličiny, které charakterizují celoživotní růst a produkci porostů lesních dřevin. Jde především o tloušťky a výšky středních a horních kmenů a hektarové veličiny jako jsou počet stromů, výčetní základna a zásoba dřeva.**
- **Uspořádání porostních veličin pro porost hlavní, podružný a celkovou produkci.**

Hlavní porost je v lese trvale přítomen a je středem hospodářského zájmu při obnovných těžbách. Významné jsou i stromy podružného porostu, které se v rámci výchovných těžeb z lesa pravidelně odebírají. Celková produkce integruje v sobě všechno to, co porost během své existence vytvořil. Tedy spolu hlavní porost a úhrn podružných porostů do určitého věku.

5.1.3 Současné uplatňování růstových tabulek a jejich obsah

Růstové tabulky se použijí v hospodářské úpravě lesů několika způsoby. Nejběžnějším je při zjišťování současného a prognóze očekávaného stavu lesních porostů. Základními vstupními veličinami všech růstových tabulek je věk a bonita porostu. Nejběžnější veličinou pro určení bonity je jeho střední nebo horní výška. Podle věku a výšky se určí relativní nebo absolutní bonitní stupeň. Pro každý bonitní a věkový stupeň jsou pak k dispozici střední a hektarové veličiny pro porost sdružený, hlavní, podružný a pro celkovou produkci porostu. Taková sestava je charakteristická pro většinu obecných růstových tabulek. V některých speciálních případech mohou být tabulky diferencované i podle výnosových úrovní, růstových oblastí a případně i typu růstu.

Československé růstové tabulky pro hlavní dřeviny smrk, jedli, borovici (tab. 3), dub a buk (HALAJ et al. 1987) mají absolutné výškové bonity odstupňované po 2 m střední výšky ve věku 100 let. Pro smrk jsou v rozsahu bonit 12-42, jedli 12-40, borovici 12-34, dub 10-36 a buk 10 – 38 m. Pro smrk horských poloh se zkonstruovali samostatné tabulky v rozsahu bonit 10 - 32. V ČR jsou to smrčiny s nadmořskou výškou přibližně nad 900 m a v SR nad 1300 m. Tabulky jsou konstruovány pro 3 stupně zásobové úrovně porostů. Nejnižší stupeň 1, střední 2 a nejvyšší stupeň 3. zásobová úroveň přitom charakterizuje rozdílnosti v zásobě porostů plného zkamenění, stejného věku a bonity. Kolísá v širokých porostních poměrech Československa v závislosti na několika faktorech, jako jsou rozličný způsob založení a výchovy porostů, stanovištní poměry, růstová oblast, provenience dřeviny apod. Od zásobové úrovně závisí jen hektarové veličiny, jako jsou počet stromů, výčetní základna, zásoba, celková produkce a jejich přírůstky. Střední porostní veličiny jako jsou výška

a tloušťka, zásobová úroveň neovlivňuje a jsou v rámci dané bonity stejné u všech 3 stupních. Konkrétní stupeň zásobové úrovně se určuje pro každou dřevinu zvlášť podle lesních oblastí a hospodářských souborů. Tím se staly tyto tabulky nejen lokálními, ale i stanovištními růstovými tabulkami. ŠMELKO (1988) podrobně prozkoumal jejich přesnost a konstatuje, že s 95% pravděpodobností je celková chyba růstových tabulek diferencovaných podle zásobové úrovně v rozsahu ± 13 až $\pm 16\%$. Pro růstové tabulky s průměrnou zásobovou úrovní, např. v SR je to 2,2 pro smrk, jedlí, dub a buk, se může podle ŠMELKA (2000) dosáhnout s 95% pravděpodobností přesnost $\pm 20\%$.

V praxi HÚL ČR se československé růstové tabulky neuplatňují. Podle přílohy č. 3 vyhlášky č. 84 Ministerstva zemědělství ze dne 18.3.1996 o lesním hospodářském plánování se používá trojice tabulek: taxační tabulky, růstové tabulky a obecní růstový model (ČERNÝ et al. 1996).

Taxační tabulky (ÚHÚL, VÚLHM 1990, ČERNÝ et al. 1996) se zkonstruovali z databáze porostních veličin, která se získala v minulém období při obnově lesních hospodářských plánů na celém území ČR. Neudávají dlouhodobý růst a vývoj porostů, ale jen jejich okamžitý stav. Pomocí taxačních tabulek (Obr. 39) se určuje bonita, počet stromů, zásoba a výčetní základna. Bonita se určuje na základě věku a střední výšky porostu. Vyjadřuje se formou absolutní nebo relativní bonity. Absolutní bonita je vyjádřena hodnotou střední výšky hlavního porostu pro všechny dřeviny jednotně ve věku 100 let. Tabulky jsou k dispozici pro 13 dřevin a jejich absolutní bonity - smrk 16-38, borovici 12-34, modřín 14-40, jedlí 18-40, douglasky 26-40, dub 12-34, buk 16-38, bříza 12-30, olše 16-30, topol 16-30, jasan 18-34, habr 10-22 a akát 10-24. Při hlavních dřevinách jsou k absolutním bonitám přiřazeny i relativní bonitní stupně 9- až +1. Hektarové veličiny - výčetní základna, zásoba a počet stromů jsou v taxačních tabulkách pro plné zkamenění porostů. Určí se na základě střední výšky a střední tloušťky porostu. Ty se vypočítají jako aritmetický průměr z několika výšek a tloušťek naměřených na odhadovaných středních kmenech. Skutečná zásoba porostu na 1 ha se vypočítá jako součin zásoby podle taxačních tabulek a skutečného zkamenění. To se v porostu odhadne nebo vypočítá jako podíl skutečné (změřené) a tabelární výčetní základny. Případně se může určit i z počtu stromů.

Růstové tabulky ČR (ČERNÝ et al. 1996) mají velmi neobvyklý obsah a formu. Udávají vývoj středních a hektarových veličin (Obr. 40) v závislosti na věku a bonitě porostů, která se určuje podle taxačních tabulek. Z taxačních tabulek se probírají i počáteční hodnoty porostních veličin - údaje v prvním věkovém řádku. Růstové tabulky pak determinují pouze vývoj porostů pro stanovené bonity a věky porostů vyšší než jsou skutečné. Základem tohoto vývoje je hypotetický vývoj výškového přírůstku porostů v 21. století (Obr. 40). Autoři růstových tabulek předpokládají, že ten se bude z úrovně na konci 20. století postupně snižovat a v polovině 21. století dosáhne úrovně z poloviny 19. století. Míra plného zkamenění porostů se probrala z taxačních tabulek a je funkční závislosti zásoby porostů od střední výšky (Obr. 40). Je jednotná pro celé území ČR a determinuje nejobecnější model výchovy lesních porostů. Růstové tabulky udávají popisovaný vývoj základních porostních veličin pro porost hlavní, podružný, sdružený a pro celkovou produkci jen čtyř hlavních dřevin - smrk (Tab. 4), borovici, buk a dub. Pro další dřeviny nejsou k dispozici.

Obecní růstový model (ČERNÝ et al. 1996) existuje ve tvaru matematických modelů a algoritmů. Jeho základem je matematický model růstových tabulek s možností jeho modifikace a následné simulace vývoje porostů podle zadaných výchovných programů.

BOROVICE

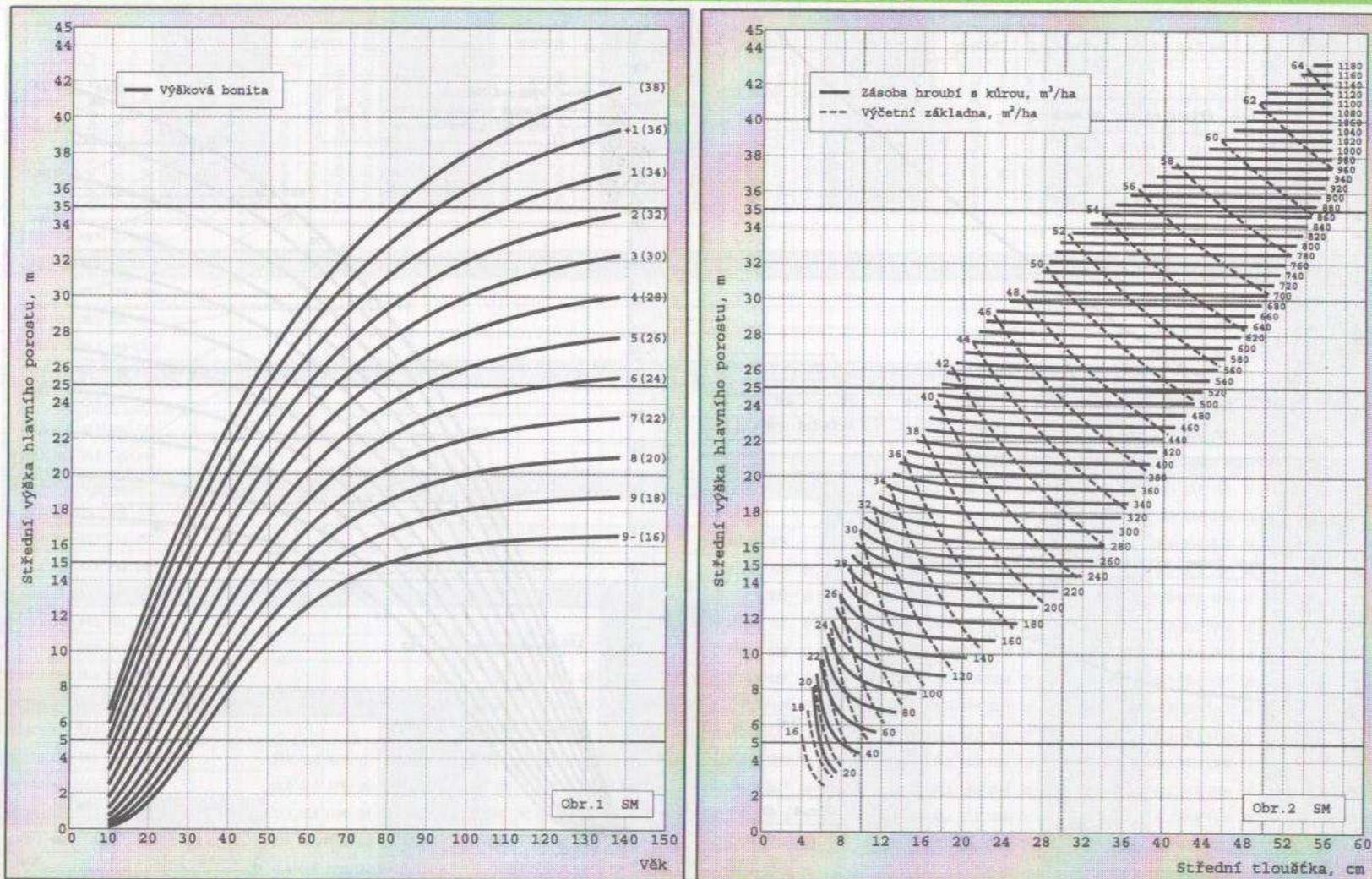
ZASOBOVA UROVEN 2

BONITA 32

SDRUZENY POROST										HLAVNI POROST										PODRUZYNY POROST					CEL	CELKOVY	V	
HOR STREDNI NA HEKTAR										VYT STREDNI NA HEKTAR										STREDNI NA HEKTAR					PRO	PRIRUST	E	
E NI										VAR NI										DUK					BEZ	PRU	K	
K VYS VYS TLOUPOCETVYCE ZASOBA										CE VYS TLOUPOCETVYCE ZASO										BP VYS TLOUPOCET ZASO					SUMA	CE	NY	MER
KA KA STKA STROM ZAKLIKSK ISSK HBK										HBK KA STKA STROM ZAKLIK HBK HBK										KA STKA STROM HBK HBK					HBK	NY	MER	
LET	M	M	CH	KS	M2	M3	M3	M3	M3	0.	M	CH	KS	M2	M3	M3	M	CH	KS	M3	M3	M3	M3	M3	M3	LET		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25				
10	3.4	2.7	1.7	21115	4.6	13	16				3.4	2.1	9789	3.4				1.7	1.2	11326					10!			
15	7.1	5.7	4.2	9789	13.3	47	58				6.3	5.0	5345	10.3				4.3	2.9	4444					15!			
20	10.5	8.6	7.0	5345	20.5	94	116	52	293	9.1	7.9	3407	16.7	49	9.5	7.0	5.0	1938	3	3	52	10.9	2.6	20!				
25	13.4	11.3	9.8	3407	25.8	145	179	106	364	11.8	10.8	2414	21.9	95	9.2	9.5	7.0	993	11	14	109	11.9	4.4	25!				
30	15.9	13.8	12.5	2414	29.7	196	242	157	383	14.1	13.4	1837	26.0	141	9.1	11.8	9.1	577	16	30	171	12.5	5.7	30!				
35	18.1	16.0	15.1	1837	32.7	244	302	204	390	16.3	15.9	1472	29.3	186	8.7	13.9	11.0	365	18	48	234	12.5	6.7	35!				
40	20.0	18.0	17.4	1472	35.0	289	358	248	393	18.2	18.2	1223	31.8	228	8.2	15.8	12.8	249	20	68	296	12.2	7.4	40!				
45	21.7	19.8	19.6	1223	36.9	331	410	288	394	20.0	20.3	1046	33.9	268	7.7	17.6	14.5	177	20	88	356	11.7	7.9	45!				
50	23.3	21.4	21.6	1046	38.4	370	457	325	395	21.6	22.3	914	35.7	305	7.0	19.2	16.2	132	20	108	413	11.0	8.3	50!				
55	24.7	22.9	23.5	914	39.6	405	501	358	396	23.1	24.1	812	37.1	338	6.5	20.6	17.7	102	20	128	466	10.5	8.5	55!				
60	25.9	24.2	25.2	812	40.6	438	541	390	396	24.4	25.8	732	38.3	370	6.1	22.0	19.2	80	20	148	518	10.1	8.6	60!				
65	27.1	25.5	26.8	732	41.5	468	578	419	396	25.6	27.4	668	39.3	399	5.6	23.2	20.5	64	20	168	567	9.5	8.7	65!				
70	28.2	26.6	28.4	668	42.2	496	613	445	397	26.7	28.9	615	40.2	426	5.2	24.4	21.9	53	19	187	613	9.0	8.8	70!				
75	29.2	27.7	29.8	615	42.8	522	645	470	397	27.8	30.2	570	40.9	451	4.9	25.5	23.1	45	19	206	657	8.6	8.8	75!				
80	30.1	28.7	31.1	570	43.3	546	674	493	397	28.8	31.5	533	41.6	475	4.6	26.5	24.4	37	18	224	699	8.2	8.7	80!				
85	30.9	29.6	32.3	533	43.8	568	701	515	397	29.7	32.7	501	42.2	497	4.3	27.4	25.5	32	18	242	739	7.8	8.7	85!				
90	31.7	30.4	33.5	501	44.2	589	727	535	398	30.6	33.9	473	42.7	518	4.0	28.3	26.7	28	17	259	777	7.4	8.6	90!				
95	32.5	31.2	34.6	473	44.6	608	751	554	398	31.3	35.0	449	43.1	537	3.8	29.1	27.8	24	17	276	813	7.1	8.6	95!				
100	33.2	32.0	35.7	449	44.9	626	773	572	398	32.1	36.0	428	43.5	556	3.5	29.9	28.8	21	16	292	848	6.7	8.5	100!				
105	33.9	32.7	36.7	428	45.2	643	794	588	398	32.7	37.0	409	43.8	572	3.2	30.6	29.8	19	16	308	880	6.4	8.4	105!				
110	34.5	33.4	37.6	409	45.4	659	814	604	398	33.4	37.9	392	44.2	588	3.2	31.3	30.8	17	16	324	912	6.3	8.3	110!				
115	35.1	34.0	38.5	392	45.6	674	833	619	398	34.0	38.8	377	44.4	604	3.0	32.0	31.8	15	15	339	943	6.0	8.2	115!				
120	35.7	34.6	39.4	377	45.8	689	850	633	399	34.7	39.6	363	44.7	618	2.8	32.6	32.7	14	15	354	972	5.7	8.1	120!				
125	36.2	35.2	40.2	363	46.0	702	867	646	399	35.2	40.4	351	44.9	632	2.6	33.2	33.7	12	14	368	1000	5.4	8.0	125!				
130	36.7	35.7	40.9	351	46.2	715	883	658	399	35.8	41.1	340	45.1	644	2.4	33.8	34.6	11	14	382	1026	5.2	7.9	130!				
135	37.2	36.2	41.7	340	46.3	727	897	670	399	36.3	41.9	329	45.3	656	2.3	34.3	35.4	11	14	396	1052	5.1	7.8	135!				
140	37.7	36.7	42.4	329	46.5	739	912	681	399	36.8	42.6	320	45.5	667	2.3	34.8	36.3	9	14	410	1077	5.0	7.7	140!				

Tab. 3: Výtah z československých růstových tabulek borovice bonity 32 a zásobové úrovně 2 (HALAJ et al. 1987)

Taxační tabulky hlavních dřevin České republiky

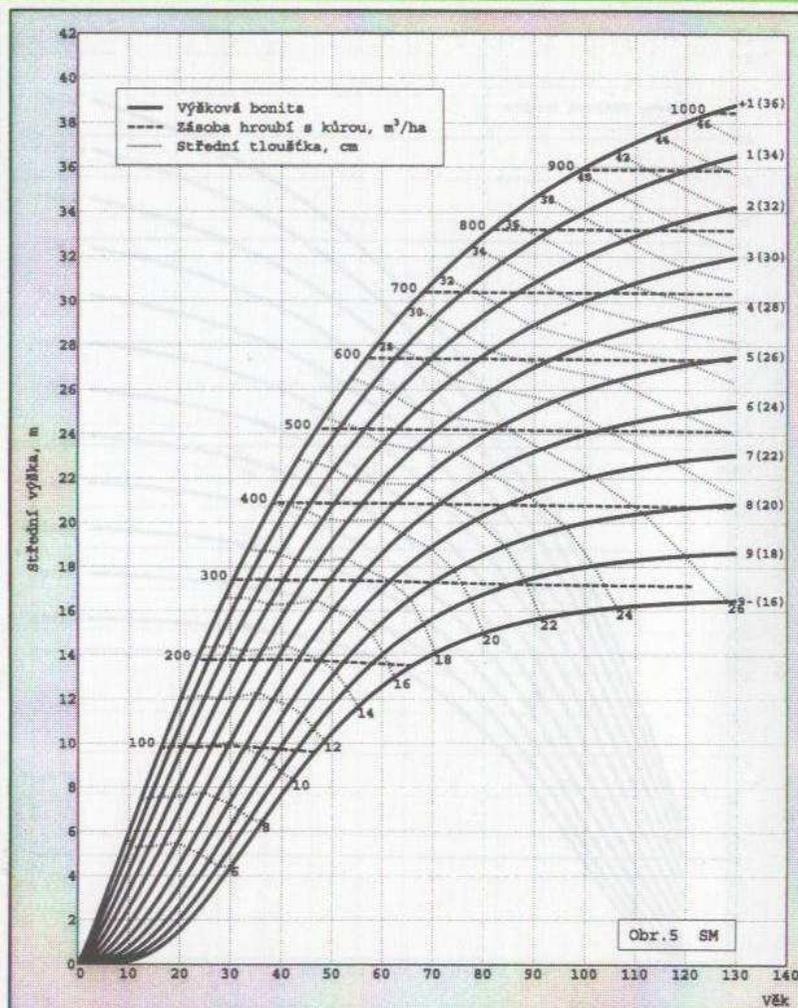
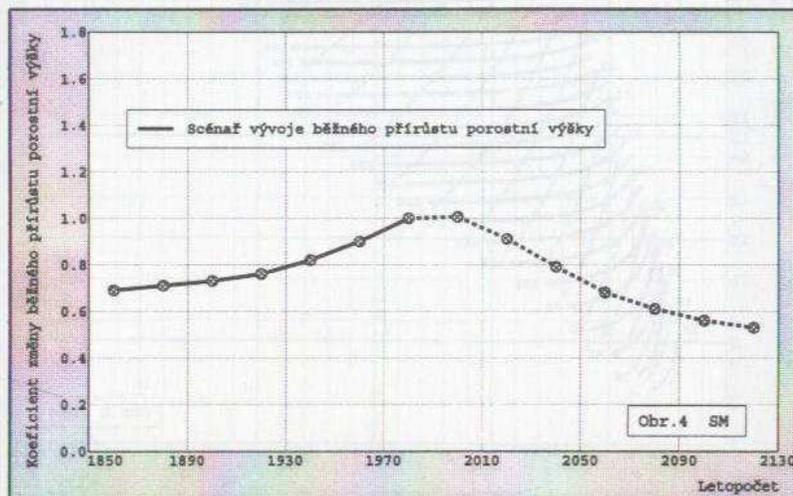
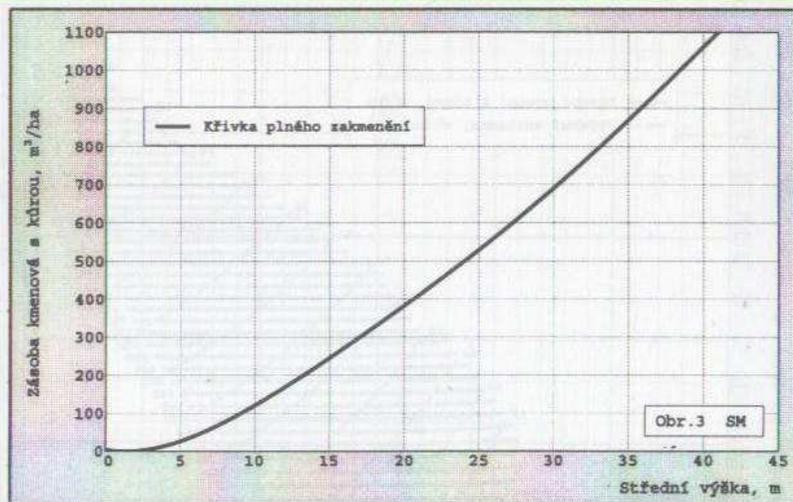


Smrk

15

Obr. 39: Taxační tabulky pro smrk, graf vlevo je pro určení bonity, vpravo na výčetní základnu a zásobu hroubí s kůrou (ČERNÝ et al. 1996)

Růstové tabulky hlavních dřevin České republiky (výchozí parametry)



Obr. 40: Růstové tabulky pro smrk, vlevo je model vývoje míry plného zkamenění a scénář vývoje běžného přírůstu výšky, vpravo výškové bonity, zásoby a střední tloušťka z taxačních tabulek (ČERNÝ et al. 1996)

5.2 Sortimentální tabulky

Sortimentační tabulky mají v soustavě lesnických taxačních tabulek specifický význam. Umožňují objektivně odhadovat množství dřeva podle jeho kvality. Na stojících stromech prostřednictvím stromových sortimentačních tabulek a v porostech prostřednictvím porostních tabulek. Pro HÚL mají velký význam sortimentační růstové tabulky pro hodnocení kvalitové a hodnotové produkce porostů během jejich celoživotního vývoje.

5.2.1 Historie a vývoj sortimentačních tabulek v zahraničí

Historie sortimentačních tabulek je přibližně stejně dlouhá jako tabulek objemových nebo růstových. Během jejich historického vývoje se rozšiřoval a zdokonaloval nejen jejich obsah, ale i rozsah dřevin a zemí pro které se odvozily. Podkladem pro konstrukci stromových sortimentačních tabulek se většinou staly tvarové rady nebo kmenové profily (stereometrický princip), které popisují podélný tvar kmenů. Na jejich bázi se celý kmen rozdělil na kratší části (výřezy) většinou se známou nebo požadovanou délkou a tloušťkou na čepu nebo v prostředku výřezu. Podle účelu a způsobu jejich dalšího zpracování se výřezy pak slučovaly do skupin (sortimentů) se zadaným intervalem délek a tloušťek. Rozhodujícím kritériem zde byla jen dimenze výřezů, a proto získala i přívlastek dimenzionální sortimentace. Kvalita kmenů se významněji zvažovala později. Bylo to obvykle podle rozmístění suků nebo hniloby na kmeni. Pro konstrukci porostních sortimentačních tabulek se obvykle probrali stromové sortimentační tabulky a rozdělení tloušťek stromů v tloušťkových stupních. Klasickým příkladem zde mohou být např. tabulky FLURYHO (1916) pro smrk, jedli a buk ve Švýcarsku a MITSCHERLINA (1939, 1939b) pro borovici, buk, dub a smrk v Německu.

Po 2. světové válce se paleta sortimentačních tabulek značně rozšířila. V Rumunsku (DECEI 1980, GIURGIU, DECEI 1981) zkonstruovali stromové sortimentační tabulky pro 24 a porostní pro 17 dřevin. Jejich tabulky udávají podíly průmyslových výřezů podle tloušťkových tříd a paliva v závislosti na tloušťce a výšce stromů. V případě porostních tabulek pouze v závislosti na střední tloušťce a podílu užitkových stromů. V Bulharsku (DUCHOVNIKOV 1956, 1957) jsou známé tabulky pro hospodářsky nejvýznamnější dřeviny smrk, jedli, borovici, dub a buk. Sortimenty nejsou tříděny podle středové tloušťky, ale podle čepů. Podobný způsob tloušťkové třídění měli i v bývalém Sovětském svazu (ANUČIN et al. 1970, MOŠKALEV et al. 1982). Kromě toho rozlišovali dřevo (hrubé, střední, tenké), pilařské kulatiny, stavební, důlní, vlákninové a palivové dřevo. V Polsku jsou známé sortimentační tabulky pro borovici, smrk a jedli (BORZEMSKY 1961, 1965, 1972). I z dalších zemí jsou známé obdobné sortimentační výzkumy. Např. v Rakousku (ŠTÉRBA 1983, KLEINE 1986), Švýcarsku (ROIKO-JOKELA 1976), Německu (SVOBODA 1984), Finsku (LAASASENAHO 1982).

Všechny uváděné zahraniční sortimentační tabulky nebo postupy sortimentace jsou sestaveny podle dřevin a konstruovány s ohledem na domácí růstové poměry, ale zejména na sortimentační zvyklosti a normy. Proto jsou pro nás zajímavé jen z metodického hlediska.

5.2.2 Historie a vývoj sortimentačních tabulek v Československu

Relativně bohatou historii sortimentačních tabulek má i Československo. První české sortimentační tabulky odvodil KORSUŇ (1940). Po něm pokračoval METELKA (1949), když zkonstruoval druhovací tabulky pro smrk, sosnu, dub a buk. KORSUŇ (1952) se k problematice sortimentace vrátil a na podkladě zahraničního empirického materiálu zkonstruoval dočasné tabulky pro smrk, sosnu, buk a dub. V tabulkách udává podíl pilařských výřezů a důlního dřeva z kmenů bez kůry. Přibližně o 10-15 let později odvodil z empirického materiálu shromážděného na celém území Československa sortimentační tabulky pro smrk a borovici (KORSUŇ 1961, 1963, 1968). Po úpravě československých norem pro sortimentaci surového dřeva (ČSN 480061, 480062 pro jehličnaté a listnaté průmyslové výřezy, platili od roku 1973 a ČSN 480089, 480090 vlákninové dříví a rovnané průmyslové dříví, účinné od roku 1968) se stávající tabulky propracovávali nebo se zkonstruovali nové. V ČR zkonstruoval porostní tabulky pro smrk, borovici, buk a dub PAŘEZ (1973). Jeho tabulky určují podíl paliva, rovnaného dříví a pilařských výřezů rozdělených do tloušťových tříd v závislosti na střední tloušťce porostu a kvality kmenů. U každé dřeviny jsou podle chyb dřeva definovány kvalitové stupně kmenů. Např. pro smrk je rozhodující zejména poškození a hniloba kmene, pro borovici přibyla křivost a deformace kmene a při dubu a buku je rozhodující podíl užitkových (pilařských) sortimentů. DEJMAL (1973) vypracoval toutéž metodikou a z vlastního empirického materiálu menšího rozsahu stromové sortimentační tabulky pro 5 hlavních dřevin. Z kvalitových kritérií kladl důraz zejména na sukovitost a poškození kmenů hnilobou.

Podobně se postupovalo i na Slovensku, když se využíval stereometrický princip a kvalitativní kritéria. Stereometrie kmenů se probrala z československých modelů (kmenové profily nebo tvarové rady) a kvalitativní kritéria se zvažovali podle platných ČSN a požadavků odborné praxe. Tabulky určují objem nebo podíl paliva, rovnaného dříví a pilařských výřezů rozdělených do tloušťových tříd. Pro stromy je to objem sortimentů v závislosti na tloušťce a výšce stromů, ale i od kvality a poškození kmenů. Pro porosty podíl sortimentů v závislosti na střední tloušťce porostu, stupně rozptylu tloušťek stromů, podílu kvalitových tříd (A, B, C, D) a poškození kmenů. Tímto způsobem se zkonstruovali stromové a porostní sortimentační tabulky dřevin pro:

- smrk, jedli a borovici (HUBAČ 1973),
- dub a buk (ČERMÁK, HUBAČ 1978),
- habr (ČERMÁK et al. 1982, 1983),
- břízu (KOŠÚT et al. 1980),

– modřín (ČERMÁK et al. 1986, 1988).

Po další úpravě sortimentačních norem (ČSN 480055, 480056 jehličnaté a listnaté sortimenty surového dříví, účinné od roku 1985) upravil PAŘEZ (1985) v ČR sortimentační tabulky pro 4 hlavní dřeviny (tab. 5). Nová sestava těchto tabulek se významně neliší od jeho předchozí. Tabulky udávají podíl průmyslových výřezů třídy jakosti I-IV dle tloušťkových tříd 1-6+, vlákninových sortimentů a paliva. Pro jejich použití na sortimentaci porostů je třeba znát objem kmenů v tloušťkových stupních stromů.

V posledních letech se ukázaly jako reálné i metody s flexibilní sortimentací po dálkovém změření podélného profilu stojících kmenů (vzorníků) a chyb dřeva na jejich povrchu (ČERNÝ, PAŘEZ 2005, ČERNÝ et al. 2009). Z provedených měření se odvodí jejich matematické modely a dle zadaných požadavků na konkrétní sortimenty (kvalita a dimenze výřezů) se odvodí i jejich modelová struktura sortimentů. Podle nich je možné vypočítat i strukturu sortimentů v celých porostech. Tato metoda je progresivní v porovnání ke klasickým stereometrickým sortimentačním tabulkám, protože vychází z místních růstových poměrů a z možnosti flexibilně zadávat požadavky na konkrétní sortimenty. Nevyřešila však nedostatky z určování chyb dřeva uvnitř kmenů.

Procentické sortimentační tabulky

pro smrkové kmeny postižené ve spodní části hnilobou jádra (červená hniloba, ohryz a loupání, poranění při vyklížení dříví); hnilobou postiženou část kmene (4m) je nutno odříznout do paliva.

(ČSN 480055, platí od 1.1.1985)

Výštní tloušťka	Koeficient pro srážku dříví VI. tř. jakosti (palivo)	Výřezy I. - IV. třídy jakosti (kulatina) tloušťkové třídy :					V. tř. jakosti (vlákn)
		6+	5	4	3	2	
Podíl z objemu dříví							
8	0.000						-
10	0.248						1.000
12	0.391						1.000
14	0.483						1.000
16	0.559						1.000
18	0.613						1.000
20	0.646					0.470	0.530
22	0.667					0.640	0.360
24	0.677				0.326	0.419	0.255
26	0.684				0.632	0.182	0.186
28	0.691				0.872		0.128
30	0.697				0.898		0.102
32	0.703				0.919		0.081
34	0.710				0.932		0.068
36	0.716			0.231	0.713		0.056
38	0.723			0.540	0.414		0.046
40	0.729			0.665	0.297		0.038
42	0.735			0.725	0.243		0.032
44	0.741			0.765	0.209		0.026
46	0.747			0.805	0.173		0.022
48	0.752			0.835	0.146		0.019
50	0.758		0.418	0.452	0.114		0.016
52	0.763		0.590	0.310	0.087		0.013
54	0.766		0.660	0.265	0.064		0.011
56	0.768		0.700	0.235	0.055		0.010
58	0.769		0.740	0.198	0.054		0.008
60	0.770		0.765	0.175	0.053		0.007
62	0.771	0.293	0.502	0.147	0.052		0.006
64	0.772	0.514	0.301	0.129	0.051		0.005
66	0.772	0.663	0.167	0.117	0.048		0.005
68	0.771	0.703	0.147	0.099	0.047		0.004
70	0.770	0.725	0.135	0.091	0.045		0.004
72	0.769	0.246	0.498	0.131	0.079	0.043	0.003
74	0.768	0.403	0.353	0.129	0.071	0.041	0.003
76	0.767	0.552	0.210	0.133	0.063	0.039	0.003
78	0.766	0.596	0.171	0.133	0.059	0.039	0.002
80	0.765	0.639	0.131	0.134	0.055	0.039	0.002

VÚLHM - PZ - 1985

Tab. 5: Sortimentačné tabulky smrku (PAŘEZ 1985)

Na Slovensku se zhodnotily zkušenosti a poznatky lesnické praxe z používání sortimentačních tabulek konstruovaných na stereometrickém principu a konstatovalo se, že tabulky systematicky nadhodnocují podíl cennějších sortimentů. Příčinou je fakt, že při stereometrickém principu konstrukce není možné objektivně posoudit vady dřeva uvnitř kmenů jako je např. hniloba nebo při buku i nepravé jádro. Proto zkonstruovali zcela nové stromové a porostní sortimentační tabulky, nejprve pro 5 hlavních dřevin (PETRÁŠ, NOCIAR 1991) a později i pro modřín, habr, břízu (MECKO et al. 1994) a pro 2 topolové klony - Robusta a I-214 (PETRÁŠ et al. 2007, 2008). Základem této konstrukce se stal rozsáhlý empirický materiál (téměř 20 tis. stromů) nasbíraný z vlastních experimentálních měření na území Slovenska při skutečné těžbě a manipulaci stromů podle kritérií v ČSN 480055, 480056 z roku 1985. Sortimentační tabulky jsou nejen v tabulkové formě, ale i ve tvaru spojitých matematických modelů. U většiny dřevin má na strukturu sortimentů významnější vliv tloušťka stromů, vnější kvalita a poškození kmenů. Při borovici, dubu a habru

je poškození kmenů nevýznamné. Při buku zhoršuje podíl kvalitnějších sortimentů zejména nepravé jádro, jehož přítomnost v kmenech zvyšuje vyšší věk, zejména (nad 100-120 let) a větší tloušťka stromů. Tyto tabulky našli širší využití i v HÚL při posuzování kvalitové a hodnotové produkce lesů.

5.3 Sortimentální růstové tabulky

Stromové nebo porostní sortimentační tabulky udávají objem nebo podíl vyspecifikovaných sortimentů v závislosti na základních stromových nebo porostních charakteristik. Tedy udávají jen okamžitý, statický stav. Sortimentální růstové tabulky vyjadřují dynamiku sortimentační struktury zásoby porostů v rámci jejich celoživotního vývoje. Tak jako vyjadřují klasické růstové tabulky vývoj objemové (kvantitativní) produkce, tento typ růstových tabulek vyjadřuje vývoj kvalitativní produkce podle sortimentů resp. skupin sortimentů surového dřeva, ale také v závislosti na bonitě a věku porostů. Obvykle se odvozují na podkladě růstových tabulek a porostních sortimentačních tabulek. Jejich spojovacím argumentem je vstupní veličina porostních sortimentačních tabulek - obvykle střední tloušťka, která je udána růstovými tabulkami v závislosti na bonitě a věku porostu.

Sortimentační růstové tabulky jsou dost rozšířené v zahraničí. Např. v Rumunsku zpracoval GIURGIU et al. (1972) takové tabulky pro 16 dřevin a je v nich struktura sortimentů pro hlavní a podružný porost. V Polsku vyhotovil tabulky pro 5 hlavních dřevin GIERLINSKY (1970). V Rakousku zpracoval sortimentační růstové tabulky pro smrk Štěrba (1983) a pro buk KLEINE (1986). V bývalé NDR vyhotovili GEROLD, RÖMISCH (1985) tabulky pro smrk na podkladě nových růstových tabulek.

V Československu zkonstruovali (PETRÁŠ, HALAJ 1990) sortimentační růstové tabulky pro smrk, jedli, borovici, dub a buk. Později k nim přidali i modřín, habr a břízu (PETRÁŠ et al. 1992) a 2 topolové klony (PETRÁŠ et al. 2008b). Tabulky simulují celoživotní vývoj podílu sortimentů v závislosti na bonitě a věku porostů. Na jejich konstrukci použili modely:

- růstových tabulek (HALAJ et al. 1987, PETRÁŠ, HALAJ 1993, PETRÁŠ, MECKO 2005),
- porostních sortimentačních tabulek (PETRÁŠ, NOCIAR 1991, MECKO et al. 1994, PETRÁŠ et al. 2008),
- kvality a poškození kmenů (PETRÁŠ, HALAJ 1990, PETRÁŠ et al. 1992, 2008b).

Z matematických modelů růstových tabulek použili jen algoritmy pro výpočet střední tloušťky a zásoby hlavního a podružného porostu v závislosti na jeho bonitě a věku podle vztahu:

$$d_2, d_3, V_2, V_3 = f(q, t) \quad (1)$$

kde: d_2, d_3 - střední tloušťka hlavního a podružného porostu,
 V_2, V_3 - zásoba hlavního a podružného porostu,
 q, t - bonita a věk porostu.

Porostní sortimentační tabulky udávají strukturu sortimentů - podíl jakostních a tloušťkových tříd výřezů ze zásoby konkrétních porostů podle vztahu:

$$V(\%) = f(d, kv, p, t, obl) \quad (2)$$

kde: $V(\%)$ - procentní podíly sortimentů (jakostních a tloušťkových tříd výřezů) ze zásoby porostů v objemové jednotce hroubí bez kůry,
 d - střední tloušťka porostu,
 kv - procentuální podíl kvalitových tříd kmenů (A, B, C, D) v porostu,
 p - procento poškozených kmenů v porostu,
 t - věk porostu,
 obl - růstová oblast.

Vstupní veličiny sortimentačních tabulek jsou pro dřeviny rozdílné. Střední tloušťka a podíl kvalitových tříd kmenů se akceptují u všech dřevin. Poškození kmenů je nevýznamné při borovici, dubu a habru. Věk a růstová oblast jsou významné jen při buku.

Pro kvalitu kv a poškození kmenů p byly přijaty modelové vztahy:

$$kv = f(q) \quad (3) \quad p = f(t) \quad (4)$$

Podle nich se podíl poškozených kmenů s vyšším věkem porostů zvyšuje. Podobně se zvyšuje i kvalita kmenů s vyšší bonitou.

Sortimentační růstové tabulky publikoval knižně PETRÁŠ et al. (1996). Tabulky jsou sestaveny pro 8 hospodářsky významných dřevin: smrk, jedle, borovice, modřín, dub, buk, habr a bříza. Pro dub jsou dvojí tabulkové sestavy, pro průměrnou a vyšší kvalitu porostů. Pro jejich rozlišení je rozhodující podíl nejkvalitnějších kmenů. Porosty průměrné kvality dosahují při bonitách 18 - 36 podíl nejkvalitnějších kmenů 0 - 20% a porosty vyšší kvality 21 - 30%. Při buku jsou osobitné tabulkové sestavy pro flyšovou oblast severovýchodního Slovenska, která má kvůli vysokému podílu nepravého jádra podstatně horší strukturu sortimentů jako ostatní oblasti Slovenska. Sortimentační růstové tabulky mají rozsah vstupních veličin (bonit a věků) porostů stejný jako československé růstové tabulky. Výstupními veličinami jsou procentuální podíly jakostních tříd výřezů I, II, IIIA, IIIB, V, VI a jsou uvedeny pro porost podružný, hlavní a celkovou produkci (tab. 6). V tabulkových sestavách se neuvádějí při třídách I-IIIB tloušťkové stupně, ale matematické modely sortimentačních růstových tabulek je obsahují. Třídy výřezů I-VI byly identifikovány dle ČSN 480055 a ČSN 480056 z roku 1985 s jejich hlavním účelem použitím pro:

- I - krájené dýhy, hudební nástroje, speciální sportovní a technické účely,
- II - loupané dýhy, zápalky, sportovní potřeby a sudy,
- III - sloupové a speciální důlní výřezy, stavební dřevo, pražce, ale hlavně pilařské výřezy, které se dělí na jakost lepší - IIIA a horší - IIIB,
- V - vlákninu, chemické a mechanické zpracování na výrobu buničiny a aglomerovaných desek,
- VI - palivo.

Drevina: Buk

Bonita: 30

Vek	Porast	Stredná hrúbka	Podiel akostných tried výrezov v %					
			I	II	III A	III B	V	VI
20	Podružný	2.6					93.3	6.7
	Hlavný	5.2					94.3	5.7
	Cel.pro.						94.2	5.8
25	Podružný	4.1					93.7	6.3
	Hlavný	7.2					94.9	5.1
	Cel.pro.						94.7	5.3
30	Podružný	5.7					94.1	5.9
	Hlavný	9.3					95.5	4.5
	Cel.pro.						95.2	4.8
35	Podružný	7.2					94.5	5.5
	Hlavný	11.3			2.8	2.7	90.6	3.9
	Cel.pro.				2.1	2.1	91.4	4.4
40	Podružný	8.8					94.9	5.1
	Hlavný	13.3			12.7	5.7	78.1	3.5
	Cel.pro.				9.4	4.2	82.4	4.0
45	Podružný	10.3					95.3	4.7
	Hlavný	15.2		1.8	19.1	8.5	67.6	3.0
	Cel.pro.			1.3	13.8	6.1	75.1	3.7
50	Podružný	11.8			4.9	3.7	87.0	4.4
	Hlavný	17.0	0.1	5.8	21.6	11.1	58.7	2.7
	Cel.pro.		0.1	4.1	15.6	8.1	68.7	3.4
55	Podružný	13.3			11.2	6.2	78.6	4.0
	Hlavný	18.8	0.5	8.7	23.5	13.5	51.4	2.4
	Cel.pro.		0.4	6.1	17.1	9.9	63.3	3.2
60	Podružný	14.7		0.7	15.8	8.5	71.2	3.8
	Hlavný	20.6	1.1	10.9	24.8	15.7	45.4	2.1
	Cel.pro.		0.7	7.5	18.4	11.5	58.9	3.0
65	Podružný	16.1		3.2	17.9	10.6	64.8	3.5
	Hlavný	22.3	1.6	12.7	25.8	17.7	40.3	1.9
	Cel.pro.		1.1	8.7	19.3	13.1	55.0	2.8
70	Podružný	17.5	0.3	5.1	19.6	12.6	59.1	3.3
	Hlavný	23.9	2.0	14.1	26.4	19.4	36.4	1.7
	Cel.pro.		1.3	9.7	20.1	14.4	51.8	2.7
75	Podružný	18.8	0.5	6.7	21.0	14.4	54.3	3.1
	Hlavný	25.5	2.3	15.2	26.7	21.0	33.2	1.6
	Cel.pro.		1.5	10.5	20.6	15.6	49.2	2.6
80	Podružný	20.1	0.8	8.0	22.0	16.1	50.1	3.0
	Hlavný	27.0	2.5	16.0	26.8	22.3	30.9	1.5
	Cel.pro.		1.7	11.1	21.0	16.8	46.9	2.5
85	Podružný	21.4	1.1	9.0	22.9	17.6	46.6	2.8
	Hlavný	28.4	2.7	16.6	26.8	23.6	28.9	1.4
	Cel.pro.		1.8	11.6	21.2	17.7	45.3	2.4

Tab. 6: Výtah ze sortimentačných rústových tabulek pro buk bonity 30 (PETRÁŠ et al. 1996)

Sortimentační růstové tabulky mohou být objektivním podkladem v HÚL zejména při:

- odvození věků technické rubní zralosti podle vývoje struktury sortimentů,
- navrhování hospodářských opatření v lesních porostech,
- kalkulacích výnosů sortimentů a finančních kalkulacích při výchovných a obnovných těžbách,
- kalkulacích pracnosti, nákladovosti a efektivity těžebně-dopravních technologií při výrobě surového dřeva.

5.4 Hodnotové růstové tabulky

Porost hlavní, podružný a celková produkce dřeva jsou zde vyjádřeny svou hodnotou v peněžních jednotkách v závislosti na bonitě a věku porostů. Prostřednictvím objemové produkce, kvalitové produkce a cen dřeva, případně i nákladů na lesní výrobu se odvodí hrubý a čistý výnos lesních porostů. V zahraničí vypracoval takové tabulky např. BACHMAN (1967) pro smrk, jedli, buk a modřín.

V Československu vypracovali první hodnotové růstové tabulky pro smrk, jedli, borovici, dub a buk NYMBURSKÝ, POLÁK (1967, 1968, 1972). Pro jejich konstrukci byly použity:

- na vyjádření objemové produkce růstové tabulky, které se v té době používali v HÚL,
- členění sortimentů podle kvalitových a tloušťkových tříd,
- ceny dřeva podle sortimentů a jejich cenové indexy,
- náklady na mechanickou výrobu sortimentů.

Podíly kvalitových tříd sortimentů, které se v té době dosahovaly v praxi, se probrali ze statistik. Podíl tloušťkových tříd kulatinových výřezů se odvodil v závislosti na objemu stromů. Ceny dřeva se nepoužily v peněžních jednotkách (Kčs), ale jejich ekvivalenty ve formě cenových indexů. Cenové indexy byly vypočítány jako podíly realizačních cen dřeva konkrétních sortimentů a realizační ceny dřeva srovnávacího sortimentu, konkrétně kvalitních pilařských výřezů smrku tloušťkové třídy 3a. Tedy vyjadřují cenové relace mezi jednotlivými sortimenty. Důvodem takové úpravy byl fakt, že cenové indexy nepodléhají výraznějším časovým změnám a jsou stabilnější než peněžní ceny. Ceny dřeva konkrétních sortimentů v peněžních jednotkách se mohou v případě potřeby vypočítat jako součin cenových indexů a aktuální ceny srovnávacího sortimentu, která byla v té době 471 Kčs.m⁻³.

Náklady na mechanickou výrobu sortimentů jsou za těžbu, manipulaci a dopravu dřeva. Odvodili se z výkonových norem a statistických průzkumů a v té době měli průměrnou hodnotu 81 Kčs.m⁻³. Rozdíl mezi realizační cenou srovnávacího sortimentu a průměrnými náklady (471-81) má hodnotu 390 Kčs.m⁻³ a představuje průměrnou srovnávací cenu dřeva na pni. Hodnotové růstové tabulky se vyjádřili v 2 formách. V relacích realizačních cen, tj. cen sortimentů surového dřeva připravených pro odběratele na expedičních skladech a v relacích cen dřeva na pni (tab. 7), v nichž nejsou zahrnuty náklady na mechanickou

výrobu sortimentů. Hodnotové růstové tabulky obsahují jen bezrozměrné hodnotové čísla pro zásobu porostu hlavního, podružného a celkové produkce včetně jejího přírůstků. Na peněžní hodnoty se přepočítají jejich součinem s jednotkovou realizační cenou srovnávacího sortimentu - pilařské výřezy smrku tloušťkové třídy 3a nebo s jednotkovou průměrnou cenou dřeva na pni. V době konstrukce tabulek byla realizační cena srovnávacího sortimentu 471 Kčs a průměrná cena dřeva na pni 390 Kčs. Prezentované hodnotové růstové tabulky zkonstruovali precizní metodikou a z existujících podkladů. Jak uvádějí jejich samotní autoři, spolehlivost tabulek je podmíněna trvanlivostí cenových indexů, přílnavostí růstových tabulek a správným sortimentačním rozčleněním porostních zásob dřeva.

S m r k

Bonita II.

Hodnotové tabulky v relacích cen dřeva na pni

Věk	\bar{h}	W_1	W_2	$\sum W_2$	W CHP	W CPP	W CBP
25	0,004	5	-	-	5	0,20	1,00
30	0,016	12	1	1	13	0,43	1,60
35	0,036	23	1	2	25	0,71	2,40
40	0,068	37	2	4	41	1,03	3,20
45	0,115	54	4	8	62	1,38	4,20
50	0,174	76	5	13	89	1,78	5,40
55	0,250	103	7	20	123	2,24	6,80
60	0,335	133	10	30	163	2,72	8,00
65	0,426	165	12	42	207	3,18	8,80
70	0,525	199	14	56	255	3,64	9,60
75	0,629	234	16	72	306	4,08	10,20
80	0,739	270	18	90	360	4,50	10,80
85	0,854	305	20	110	415	4,88	11,00
90	0,975	339	22	132	471	5,23	11,30
95	1,096	372	24	156	528	5,56	11,40
100	1,222	404	25	181	585	5,85	11,30
105	1,349	433	26	207	640	6,10	11,10
110	1,483	460	27	234	694	6,31	10,80
115	1,625	484	27	261	745	6,48	10,20
120	1,781	506	27	288	794	6,62	9,80
125	1,93	525	27	315	840	6,72	9,20
130	2,05	542	26	341	883	6,79	8,60
135	2,20	557	25	366	923	6,84	8,00
140	2,32	570	24	390	960	6,86	7,40

S m r k

Bonita II.

Hodnotové tabulky v relacích realizačních cen

Věk	\bar{h}	W_1	W_2	$\sum W_2$	W CHP	W CPP	W CBP
25	0,004	12	-	-	12	0,48	2,40
30	0,016	31	2	2	33	1,10	4,20
35	0,036	57	3	5	62	1,77	5,70
40	0,068	86	6	11	97	2,43	7,00
45	0,115	118	9	20	138	3,07	8,20
50	0,174	152	12	32	184	3,68	9,30
55	0,250	187	15	47	234	4,25	10,00
60	0,335	223	18	65	288	4,80	10,80
65	0,426	258	21	86	344	5,29	11,20
70	0,525	293	23	109	402	5,74	11,60
75	0,629	327	25	134	461	6,15	11,80
80	0,739	360	26	160	520	6,50	11,90
85	0,854	391	28	188	579	6,81	11,80
90	0,975	421	29	217	638	7,09	11,70
95	1,096	448	31	248	696	7,33	11,60
100	1,222	473	32	280	753	7,53	11,50
105	1,349	498	32	312	810	7,71	11,40
110	1,483	521	33	345	866	7,87	11,20
115	1,625	544	32	377	921	8,01	11,00
120	1,781	566	32	409	975	8,13	10,80

Tab. 7: Výtah z hodnotových růstových tabulek pro smrk bonity II. Vlevo podle ceny dřeva na pni, vpravo realizační ceny na expedičním skladě. h -objem středního kmene, W_1 , W_2 -hodnota hlavního a podružného porostu, W CHP-hodnota celkové produkce, W CPP, W CBP-hodnota celkového průměrného a celkového běžného přírůstku (NYMBURSKÝ, POLÁK 1967, 1968)

Podobné hodnotové růstové tabulky vypracovali na Slovensku pro smrk, jedli, borovici, dub a buk PETRÁŠ, HALAJ (1990). Dub má dvoje tabulek, pro porosty průměrné a vyšší kvality. Později vypracoval hodnotové tabulky pro modřín, habr a břízu PETRÁŠ et al. (1992) a pro 2 topolové klony PETRÁŠ et al. (2008C). Pro jejich konstrukci použili:

- sortimentační růstové tabulky (PETRÁŠ et al. 1996, 1998b),
- realizační ceny dřeva (na expedičním skladu) podle sortimentů (jakostních a tloušťkových tříd výřezů) a
- vlastní (přímé + režijní) náklady na jejich mechanickou výrobu (celou těžební činnost).

Tabulky udávají hrubý a čistý výnos přímo v peněžních jednotkách pro porost hlavní, podružný, celkovou produkci a její přírůstky (tab. 8). Hrubý výnos představuje součin objemu sortimentů a jejich realizačních cen. Je sestaven i podle hlavních skupin sortimentů. Čistý výnos představuje rozdíl mezi hrubým výnosem a vlastními náklady na mechanickou výrobu sortimentů surového dřeva. Čistý výnos můžeme ztotožnit s cenou dřeva na pni. Základem hodnotových růstových tabulek jsou modely sortimentačních růstových tabulek, které simulují naturální produkci porostů a v případě jejich korektní konstrukce nepotřebují úpravy nebo aktualizaci výsledných hodnot. V jiném postavení jsou ceny dřeva a vlastní náklady na jeho mechanickou výrobu, které podléhají cyklickým změnám trhu. Vzhledem k tomu, že i hodnotové růstové tabulky jsou ve tvaru matematického modelu, poskytují možnost operativně aktualizovat jejich výstupní sestavy na nové ceny a výrobní náklady. Pro HÚL je však třeba pracovat v dlouhodobých časových rámcích. Hodnotové růstové tabulky jsou velmi dobrým podkladem v HÚL zejména při:

- odvození věků rubní zralosti podle kulminaci hodnotového CPP,
- navrhování hospodářských opatření v lesních porostech a posuzování jejich efektivity,
- hodnocení pracnosti, nákladovosti a efektivnosti těžebně-dopravních technologií při výrobě surového dřeva,
- oceňování lesů a škod na lesních porostech.

SMREKOVEC										BUNTA:JU					
Vek	Porost	Stredna hrubka	Vynos v Kcs podľa akostnych tried vyrezov						Naklady		Čisty vynos	Prirastok			
			I	II	IIIa	IIIb	I-IIIb	V	VI	Spolu	tz.c.in.		CBP	CPP	
20	PODRUZ	7.1			287	10	297	3681	67	4045	3628	417			
	HLAUNY	10.1			10592	1153	11745	36023	558	48327	40027	8300			
	CP				10880	1163	12043	39704	625	52372	43655	8717	2131	436	
30	PODRUZ	10.3			2195	246	2441	6964	145	9549	7908	1641			
	HLAUNY	14.3			920	54802	10759	66481	60254	1055	127790	84750	43040		
	CP				920	58317	11093	70330	76875	1383	148588	102553	46035	6020	1535
40	PODRUZ	13.2			35	5294	930	6259	7436	163	13857	9699	4158		
	HLAUNY	18.2			11307	120399	27489	159195	70271	1371	230837	115460	115377		
	CP				11341	132821	29240	173402	101628	2017	277047	151972	125075	9387	3127
50	PODRUZ	15.9			312	7866	1669	9847	6515	148	16510	9439	7071		
	HLAUNY	21.8	1695	39050	186624	46848	274217	73228	1600	349045	139810	209235			
	CP		1695	39527	213703	51617	306542	118231	2553	427327	195540	231787	11460	4636	
60	PODRUZ	18.4			1012	10079	2298	13389	5776	137	19302	9209	10093		
	HLAUNY	25.1	8716	75569	241718	67622	393625	72160	1824	467609	158981	309028			
	CP		8716	77686	288136	76732	451270	129210	3059	583539	235020	350519	12168	5842	
70	PODRUZ	20.7			52	1880	10726	2599	15277	4729					
	HLAUNY	28.1	25203	110108	285670	89817	510798	69500	2095	582393	173491	408902			
	CP		25255	115503	353037	103922	597717	136368	3571	737656	264842	472814	12137	6754	
80	PODRUZ	22.9			163	2688	10851	2798	16530	3930	104	20534	7615	12919	
	HLAUNY	31.0	51903	155702	319111	112644	619350	66099	2413	687872	185096	502776			
	CP		52222	146134	408430	132326	739112	141312	4107	884551	292197	592354	11677	7404	
90	PODRUZ	24.9			359	3298	10645	2939	17241	3308	94	20645	6957	13686	
	HLAUNY	33.6	86896	151621	343990	135890	718397	62487	2764	783648	194066	589582			
	CP		87818	168294	454463	161305	871833	144511	4648	1021040	315218	705822	10969	7842	
100	PODRUZ	26.7			622	3681	10248	3026	17577	2815	87	20478	6362	14116	
	HLAUNY	36.0	127032	158995	361165	158255	805447	58844	3120	867411	200652	666759			
	CP		129044	182768	492048	189601	993461	146640	5179	1145280	334666	810614	10056	8106	
110	PODRUZ	28.4			876	3610	9123	2886	16495	2261	77	18833	5528	13305	
	HLAUNY	38.3	169472	160228	373500	180206	883406	55532	3471	942409	205868	736541			
	CP		173105	191280	523204	217404	1104997	148112	5689	1258800	351334	907466	9095	8250	
120	PODRUZ	30.0			1167	3598	8541	2884	16180	1942	72	18194	5045	13149	
	HLAUNY	40.4	212017	156659	381246	200543	950463	52447	3791	1006700	209534	797166			
	CP		217875	195036	548638	245616	1205165	149135	6158	1360470	365468	995002	8370	8292	
130	PODRUZ	31.5			1440	3458	7923	2847	15668	1674	68	17409	4581	12828	
	HLAUNY	42.3	252609	149837	384812	219321	1006579	49658	4067	1060310	211999	848311			
	CP		261265	195339	568662	268215	1293481	149888	6575	1449950	377491	1072459	7531	8250	
140	PODRUZ	32.9			1669	3238	7281	2772	14960	1445	64	16469	4175	12294	
	HLAUNY	44.1	291184	142113	386506	237009	1056812	47271	4300	1108380	213833	894547			
	CP		303005	194071	584934	291375	1373385	150439	6936	1530770	387713	1143057	6566	8165	

Tab. 8: Výtah z hodnotových růstových tabulek modřínu bonity 30 (PETRÁŠ 1992)

6 NATURÁLNÍ A HODNOTOVÁ PRODUKCE LESA VYSOKÉHO A NÍZKÉHO

Při obhospodařování lesů se často diskutuje o produkci a hospodárnosti produkce lesa vysokého a nízkého. Les vysoký vzniká ze semene nebo sazenic a v dospělosti dosahuje vyššího vzrůstu. Z tohoto důvodu se pro takový les ustálil název vysoký nebo i semenný. Opakem je nízký les, který vzniká z výmladků, v dospělosti dosahuje nižšího vzrůstu, a proto se nazývá nízký nebo výmladkový les. Výmladkové lesy vznikají u většiny listnatých dřevin z pařezových výmladků. Dobrou výmladnost pařezů mají jen listnaté dřeviny. Jsou to všechny druhy dubů, habr, akát, buk, bříza a všechny měkké listnáče, jako jsou topoly, vrby, olše, lípa apod. Mnohé z těchto dřevin jako např. akát, osika a bříza mají velmi dobrou i kořenovou výmladnost.

Nízké lesy jsou poměrně rozšířené v nížinách a v nižších pahorkatinách jako důsledek intenzivního obhospodařování lesů s krátkou, obvykle 20-50 letu dobou obmýtí. Krátká obmýtní doba a úspěšná obnova nízkého lesa s nulovými náklady a bez jakékoliv časové ztráty je jejich velkou předností. První generace výmladků má zejména ze začátku velmi rychlý růst, protože mladé výmladky mají po skáceném dospělém stromě k dispozici neúměrně silný kořenový systém. Bez rozdílu zda je to les nízký nebo vysoký je při hodnocení jejich produkce rozhodující nejen jeden, i když relativně dlouhý časový úsek, ale celoživotní vývoj. V současnosti jsou pro tento účel nejvhodnější modely růstových tabulek, které udávají celoživotní vývoj základních porostních veličin a celkovou produkci porostů v závislosti na jejich věku a bonity.

6.1 Modely růstových tabulek pro nízký (výmladkový) les

V Československu odvodil v letech 1954-1969 Korsuň originální růstové tabulky pro nízký les dubu, habru a olše. V nedalekém Maďarsku odvodil takové tabulky pro akát FEKETE (1960). Tyto se později upravili na jednotnou formu absolutních výškových bonit (HALAJ ET al. 1987).

6.1.1 Původní růstové tabulky pro dub, habr, olše a akát

Pro první tři dřeviny jejich postupně zkonstruoval KORSUŇ (1954, 1969, 1966). Empirický materiál pro dub získal z 237 pokusných ploch, které založil ve výmladkových porostech. Z celkového počtu ploch bylo přibližně 80 % z jižní Moravy a 20 % ze středních Čech. Pokusné plochy byly ve věku 10-75 let.

Pro konstrukci habrových růstových tabulek sesbíral empirický materiál z 276 pokusných ploch založených v porostech vesměs výmladkového původu s věkem přibližně 10-100 let. Nejvíce, téměř 60 % bylo z Moravy, asi 25 % ze Slovenska a 15 % z Čech.

Růstové tabulky pro olši zkonstruoval z empirického materiálu 95 pokusných ploch. 57 % ploch bylo z Moravy, 40 % z Čech a jen 3 % ze Slovenska. Přibližně polovina ploch byla výmladkového původu. Věk pokusných porostů byl v rozmezí 10-80 let. Kromě těchto použil údaje ze 46 pokusných ploch z Německa (SCHWAPPACH 1902) a jak sám Korsuň uvádí, byly to jen plochy, jejichž taxační veličiny se blížili hodnotám naměřeným v našich růstových podmínkách.

Korsuň zpracoval jednotně empirické údaje a jednotnou metodikou zkonstruoval i růstové tabulky všech tří dřevin. Naměřené hektarové údaje přepočítal na plné zakmenění a zastoupení zkoumaných dřevin. V každých růstových tabulkách odvodil výškové křivky pro pět relativních bonit (I-V) a k nim střední a hektarové veličiny pro porost hlavní, podružný a celkovou produkci.

FEKETE (1937, 1960) zkonstruoval růstové tabulky pro akát z originálního empirického materiálu 157 pokusných ploch Maďarska. Přibližně 40 % ploch bylo v porostech ze semene a 60 % ve výmladkových porostech. Z jejich prvních měření zkonstruoval FEKETE (1937) dočasné růstové tabulky, které pro československé potřeby upravil KORSUŇ (1947). Pokusné plochy se opakovaně měřili a na jejich podkladě se zkonstruovalo druhé vydání tabulek (FEKETE 1960). Růstové tabulky mají 6 relativních bonit a kompletní údaje pro porost hlavní, podružný a celkovou produkci.

6.1.2 Upravené růstové tabulky pro dub, habr, olše a akát

Původní růstové tabulky všech čtyř dřevin se později přepracovaly a upravily na stejnou formu, jako mají hlavní dřeviny, tj. na absolutní výškové bonity a kompletní růstové veličiny pro porost sdružený, hlavní, podružný a celkovou produkci. ŘEHÁK (1981) přepracoval růstové tabulky pro výmladkový dub, habr a olši a HALAJ et al. (1981) pro akát. Jejich bonitní stupně jsou vyjádřeny hodnotou střední výšky sdruženého porostu ve věku 50, a ne ve 100 letech jako u hlavních dřevin. Jsou v rozsahu bonit 8-18 pro výmladkový dub, 10-18 pro habr, 14-28 pro olši a 10-28 pro akát. Jejich růstové tabulky jsou v klasickém tabulkovém tvaru, ale i ve tvaru matematických modelů.

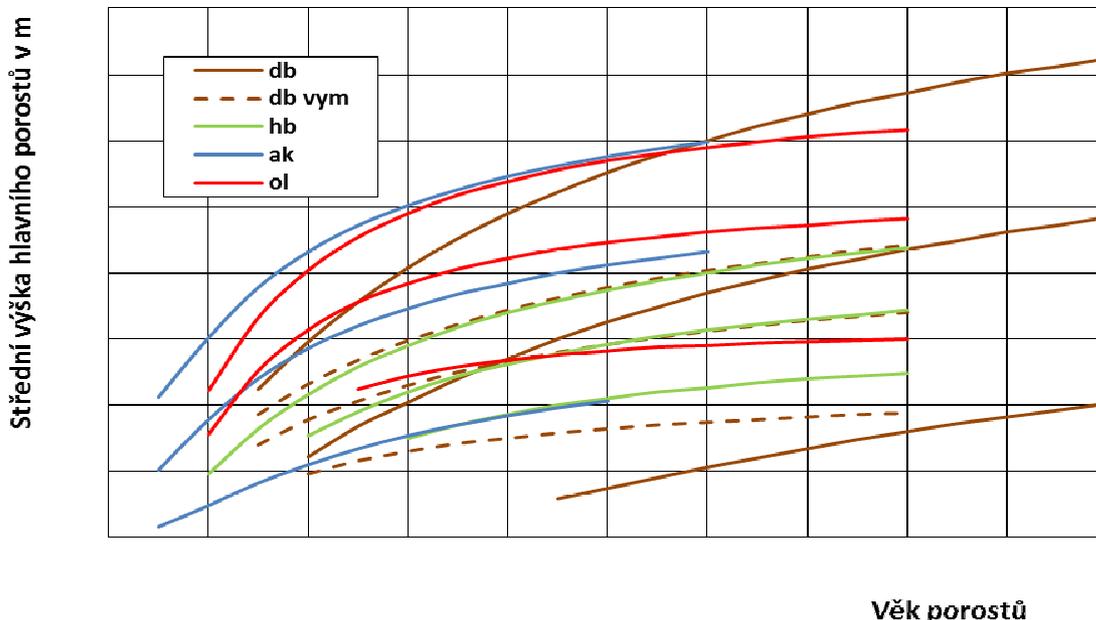
6.2 Růst a naturální produkce lesa vysokého a nízkého

Na jejich srovnání se využili modely růstu a produkce podle růstových tabulek vybrané skupiny dřevin a obou hospodářských tvarů lesa. I když dobrou pařezovou nebo kořenovou výmladnost má více dřevin, na podrobné zhodnocení růstu a produkce se vybrali jen čtyři základní - dub, habr, olše a akát. Všechny mají velmi dobrou výmladnost, jsou relativně dobře zastoupeny i v současnosti a jsou pro ně k dispozici vhodné růstové tabulky.

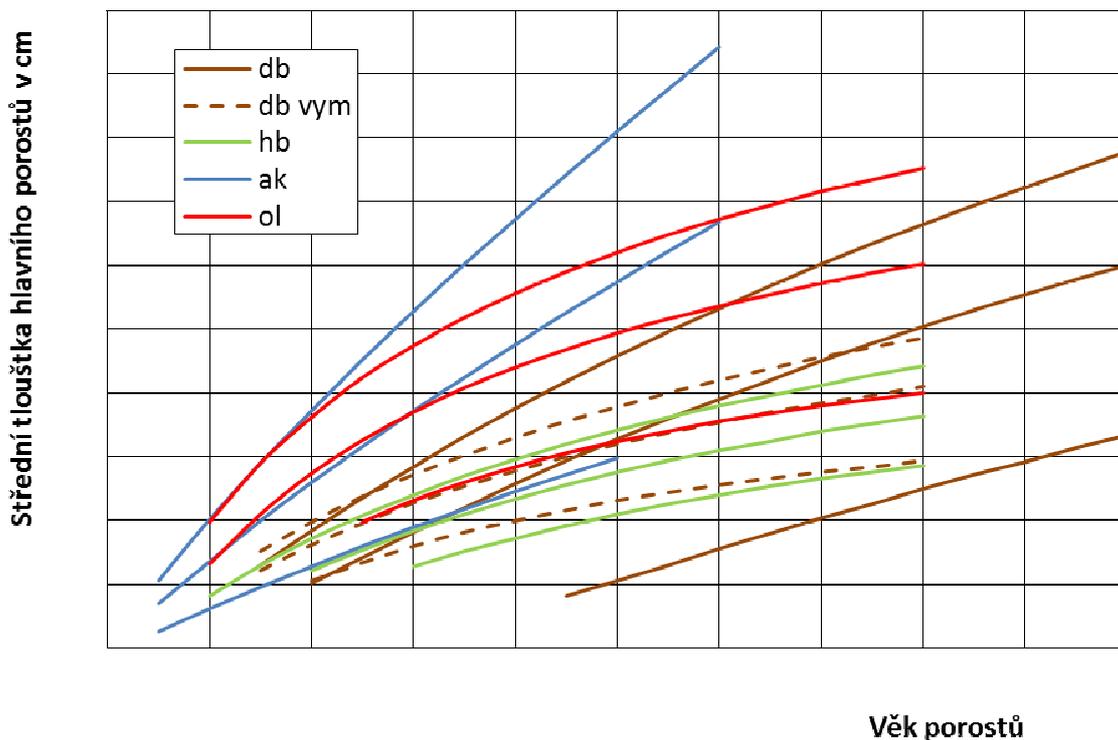
6.2.1 Výškový a tloušťkový růst

Ve vývoji porostů je výškový růst dominantní a dobře jej reprezentuje střední výška porostu. Podle obr. 41, kde je znázorněn dlouhodobý vývoj středních výšek čtyř výmladkových porostů a semenného dubu se mohou potvrdit všeobecně známé poznatky, že nízké lesy všech dřevin mají velmi intenzivní výškový růst v mladších porostech, ale ve vyšším věku se jejich intenzita postupně snižuje pod úroveň vysokého lesa. Nejintenzivnější a velmi podobný růst mají výmladky akátu a olše. Je to i přesto, že obě dřeviny jsou ekologicky naprosto rozdílné. Akát roste na teplých a suchých stanovištích a olše na vlhkých až mokrých. Méně intenzivní, ale velmi podobný růst mají výmladkový dub a habr. Nejpřesvědčivější je porovnání výškového růstu výmladkového a semenného dubu. Rychle rostoucí dřeviny mají v nižším věku podstatně intenzivnější výškový růst, avšak nedosahují rozpětí nadprůměrných bonit porostů ze semene.

Růst středních tloušťek je podobný výškovému (obr. 42). I zde se ukazuje, že výmladkové porosty všech dřevin mají v mladém věku intenzivnější růst jako porosty ze semene a tento rozdíl je větší než u výškového růstu. Akát má suverénně největší přírůstky a již při průměrných bonitách předstihuje i dubové porosty vysokého lesa nejvyšších bonit. Olše je mu podobná, ale jen při nižších věcích. Habrové porosty dosahují ze všech dřevin nejnižší tloušťky. Jsou při stejných bonitách systematicky menší než tloušťky nízkého dubového lesa.



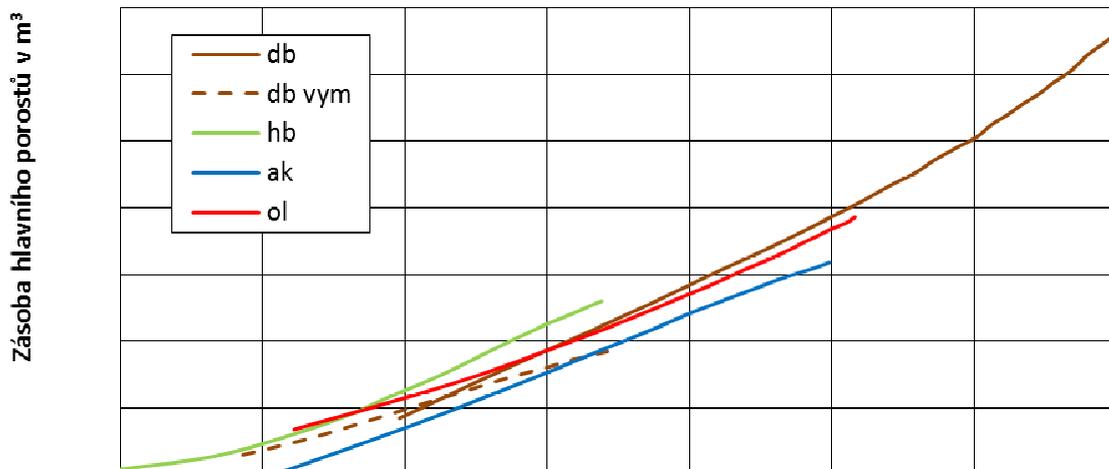
Obr. 41: Vývoj střední výšky hlavního porostu podle modelů růstových tabulek lesa nízkého a vysokého (HALAJ et al. 1987) v závislosti na věku a bonitě. Bonitní stupně (nejnižší, střední a nejvyšší) jsou pro: dub ze semene 10, 24, 36, dub výmladkový a habr 8, 14, 18, akát 10, 20, 28 a pro olši 14, 22, 28.



Obr. 42: Vývoj střední tloušťky hlavního porostu podle modelů růstových tabulek lesa nízkého a vysokého (HALAJ *et al.* 1987) v závislosti na věku a bonitě. Bonitní stupně (nejnižší, střední a nejvyšší) jsou pro: dub ze semene 10, 24, 36, dub výmladkový a habr 8, 14, 18, akát 10, 20, 28 a pro olši 14, 22, 28.

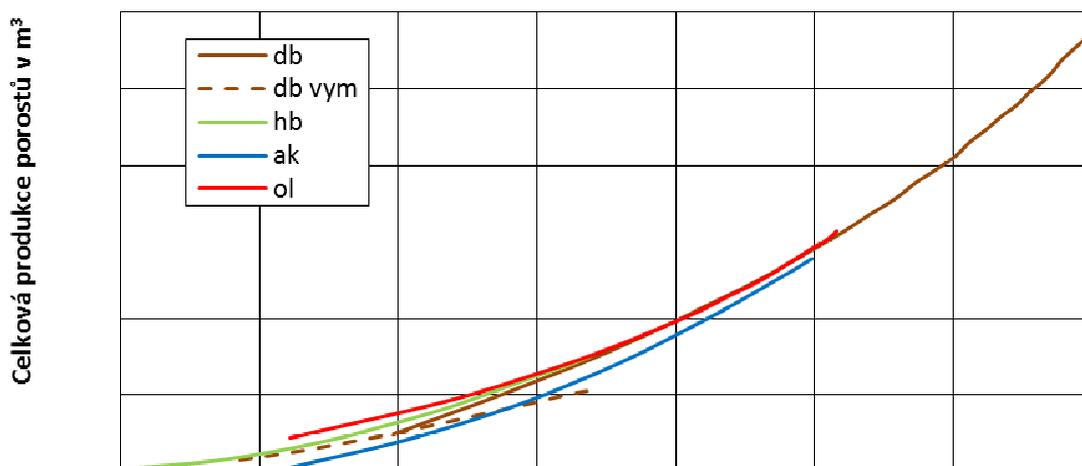
6.2.2 Zásoba a produkce dřeva

Zásoba dřeva v porostu je výslednicí výškového a tloušťkového růstu stromů a jejich počtu. Její celoživotní vývoj lze znázornit podle EICHHORNOVA (1904) zákona jednodušší bezčasovou závislostí jen od střední výšky porostu. Z obr. 43 je vidět, že zásoby se s vyšší výškou zvyšují. Když je porovnáme v rozsahu stávajících výšek, tak nejvyšší hodnoty dosahuje habr, pak olše a dub ze semene, výmladkový dub a nejnižší zásoby má akát. Při středních výškách přibližně do 15 m mají výmladkové dubiny vyšší hektarové zásoby než ze semene. Dubiny ze semene však mohou dosáhnout podstatně vyšší střední výšky a zásoby jako dubiny z výmladků.



Střední výška porostů v m

Obr. 43: Vývoj zásoby hlavního porostu v $m^3 \cdot ha^{-1}$ hroubí bez kůry podle modelů růstových tabulek lesa nízkého a vysokého (HALAJ et al. 1987) v závislosti na střední výšce.



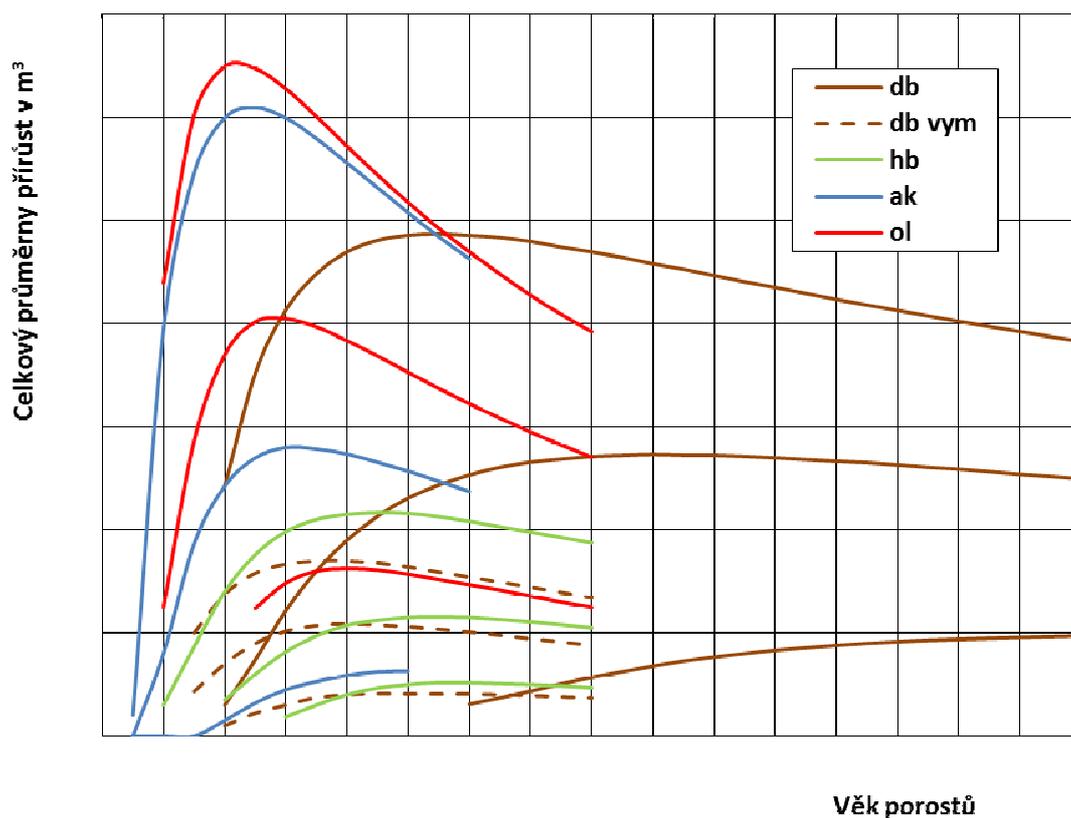
Střední výška porostů v m

Obr. 44: Vývoj celkové produkce porostů v $m^3 \cdot ha^{-1}$ hroubí bez kůry podle modelů růstových tabulek lesa nízkého a vysokého (HALAJ et al. 1987) v závislosti na střední výšce.

Celková produkce představuje množství dřeva, které porost vytvořil během své existence. Vyjadřuje se jako součet zásoby hlavního porostu a úhrnu podružného porostu od jeho založení. Podobně jako u zásoby i celkovou produkci lze vyjádřit zjednodušeně pouze v závislosti na střední výšce porostu. Je přirozené, že její hodnoty jsou vyšší než zásoby hlavního porostu, ale proporce mezi dřevinami se přibližně zachovaly (obr. 44). Do výšky 15 m má nejvyšší hodnoty olše, habr a rychle rostoucí dub. Dubové porosty semenného původu dosáhnou a překračují jejich

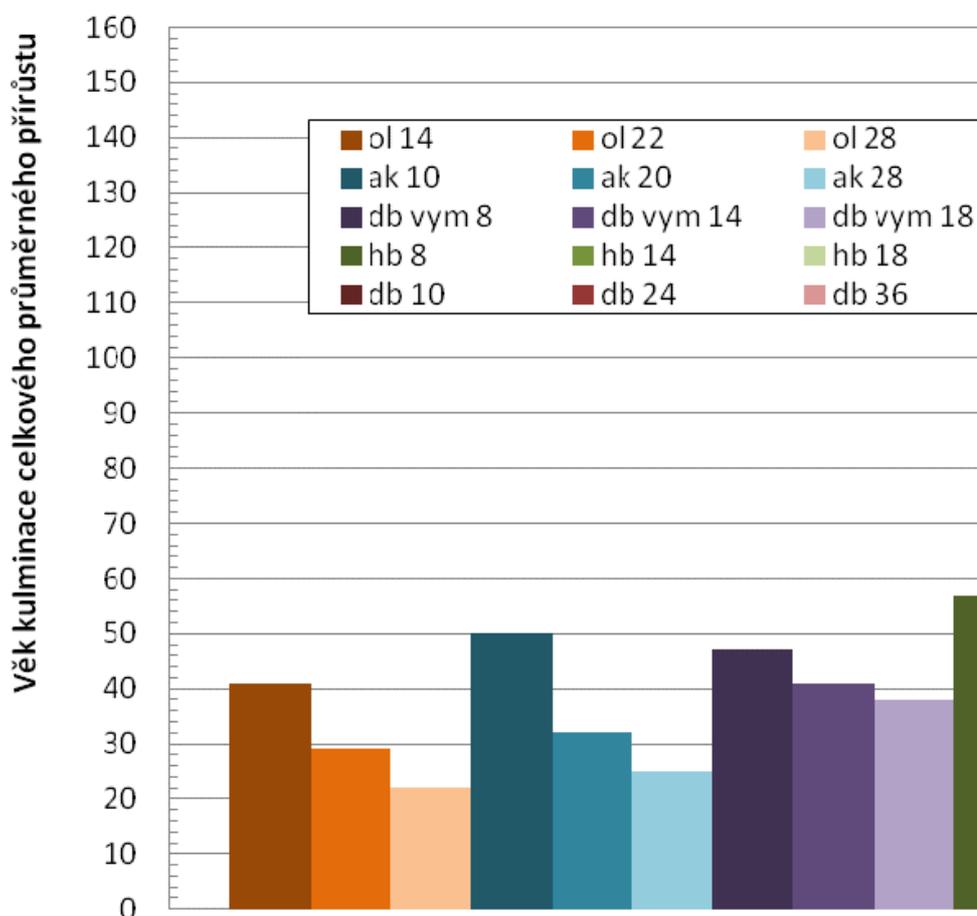
produkci postupně až při vyšších výškách. Nejpřesvědčivější je porovnání produkce dubových porostů při vyšších a maximálních výškách. Např. při střední výšce 22 m je rozdíl v celkové produkci dubu semenného a výmladkového původu až 100 m^3 . Kromě toho dubové porosty ze semene dosahují podstatně vyšší výšky než z výmladků.

Velmi důležitým ukazatelem produkce dřevin a porostů jsou jejich celkové průměrné přírůstky (CPP), které odrážejí jejich průměrnou roční produkci (obr. 45). Porostem výmladkového původu se průměrné přírůstky velmi rychle zvyšují, včas vrcholí a ve vyšším věku se jejich hodnoty poměrně rychle snižují. V hodnoceném bonitním rozsahu dosahuje v době jejich kulminace nejnižší hodnoty, přibližně $0,8-3,4 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ výmladkový dub a $1,0-4,3 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ habr. Nejvyšší přírůstky zejména při průměrných a nadprůměrných bonitách má akát $1,2-12,2 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ a olše $3,2-13,0 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. V době kulminace CPP mají dubové porosty ze semene 1,9-2,9 násobně vyšší průměrnou produkci jako dubové nebo habrové porosty z výmladků. Akátové porosty však mají průměrnou produkci v době její kulminace při středních a vyšších bonity už o něco vyšší než dubové ze semene. Při olšových porostech je to 1,3-1,7 násobně více.



Obr. 45: Vývoj celkového průměrného přírůstku v $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ hroubí bez kůry podle modelů růstových tabulek lesa nízkého a vysokého (HALAJ et al. 1987) v závislosti na věku a bonitě. Bonitní stupně (nejnižší, střední a nejvyšší) jsou pro: dub ze semene 10, 24, 36, dub výmladkový a habr 8, 14, 18, akát 10, 20, 28 a pro olši 14, 22, 28.

Při regulaci produkce dřeva je velmi důležitý i věk porostu, ve kterém jeho průměrná produkce kulminuje. Obecně platí, že když se budou porosty obnovovat v tomto věku, dosáhne se trvale a nepřetržitě jejich maximální produkce. Obnova porostů mladších nebo starších je stále spojena se ztrátou na produkci. Podle obr. 46 můžeme konstatovat, že nejdříve, přibližně ve věku 20-50 let vrcholí CPP olše a akátů. Za nimi následuje výmladkový dub a habr s věkem 40-55 let. Dubovým porostem ze semene vrcholí CPP přibližně v rozpětí 55-160 let. U všech dřevin kulminují nejdříve CPP nejvyšších bonit a naopak nejpozději kulminují CPP porostů na nejhorších bonitách.



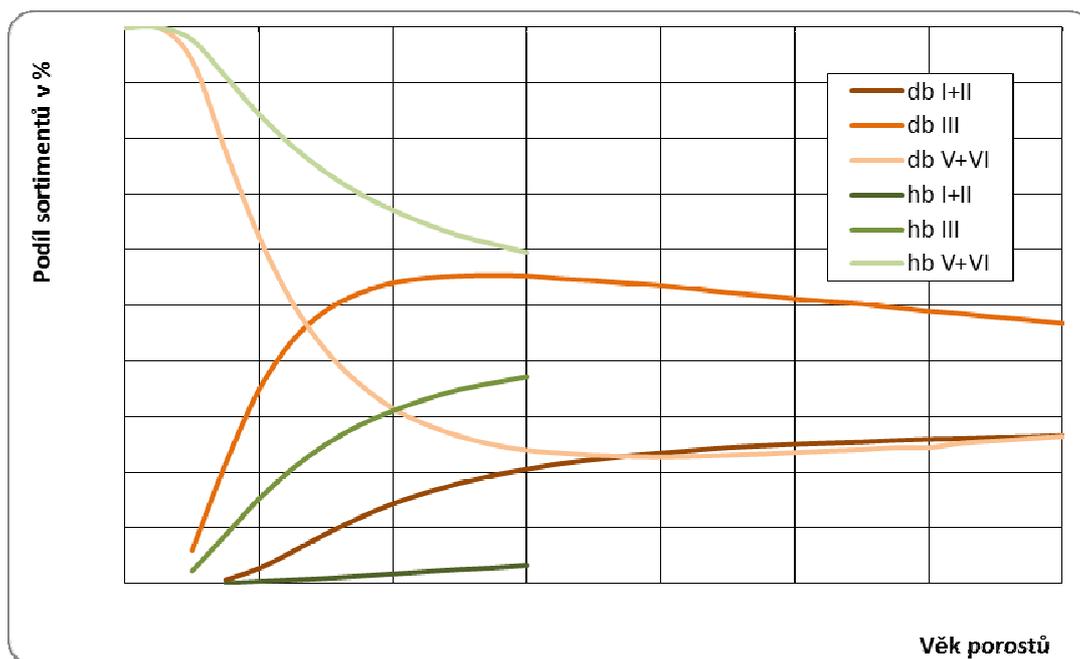
Obr. 46: Věky kulminace celkového průměrného přírůstku objemového podle modelů růstových tabulek lesa nízkého a vysokého (HALAJ et al. 1987). Bonitní stupně jsou uvedeny v legendě za zkratkami dřevin.

6.3 Hodnotová produkce lesa vysokého a nízkého

Integruje v sobě objem a kvalitu dřeva produkovaného za určitých ekonomických podmínek. Objemovou produkci relativně dobře simulují modely růstových tabulek a kvalitu modely sortimentačních tabulek, které klasifikují surové dřevo v několika jakostních a tloušťkových třídách (sortimentech) na základě dimenze (délky a tloušťky) výřezů a jejich kvality. Struktura sortimentů se během celoživotního vývoje porostů mění hlavně v závislosti na tloušťkové struktuře stromů, vnější kvalitě kmenů a jejich mechanického poškození, které nepřímo indikuje kvalitu dřeva zejména uvnitř kmenů. Velmi dobře ji popisují a kvantifikují modely sortimentačních růstových tabulek.

Produkcí porostů pro 8 hospodářsky nejvýznamnějších dřevin na podkladě modelů domácích sortimentačních a hodnotových růstových tabulek podrobně zhodnotil PETRÁŠ (1993). Konstatuje, že kvalita kmenů se v porostu výrazněji mění nejen podle dřevin, ale i podle bonity porostů. Nejnížší kvalitu kmenů mají habřiny, které i na nejvyšších bonitách dosahují jen 10 % podíl kmenů vyšší kvality. Na opačné straně jsou bučiny a dubiny, které mohou mít 40 – 50 % nejkvalitnějších kmenů. U všech dřevin jsou významně vyšší podíly kvalitnějších kmenů jen při průměrných a vyšších bonitách. Nejnížší bonity hlavně u většiny listnatých dřevin mají vysoký podíl nekvalitních kmenů. Jeho závěry jsou logické, protože výslední zastoupení kvalitativních tříd kmenů vystihuje přirozené biologické vlastnosti hodnocených dřevin.

Kvalitu kmenů znehodnocují často hniloby ve dřevě většinou po mechanickém poškození, obvykle nejnížších přízemních částí. Rozsah hnilob výrazněji ovlivňují biologické vlastnosti jednotlivých dřevin, zejména však fyzikální vlastnosti dřeva. Obecně se může konstatovat, že dřeviny s tvrdým dřevem jako jsou např. dub, habr a akát jsou vysoce odolné vůči hnilobám kmenů. I když se u nich objeví hniloba, její rozsah je minimální a výrazněji nezhoršuje podíly kvalitnějších sortimentů. Naopak dřeviny s měkkým dřevem jako jsou např. bříza nebo olše tuto vlastnost nemají.

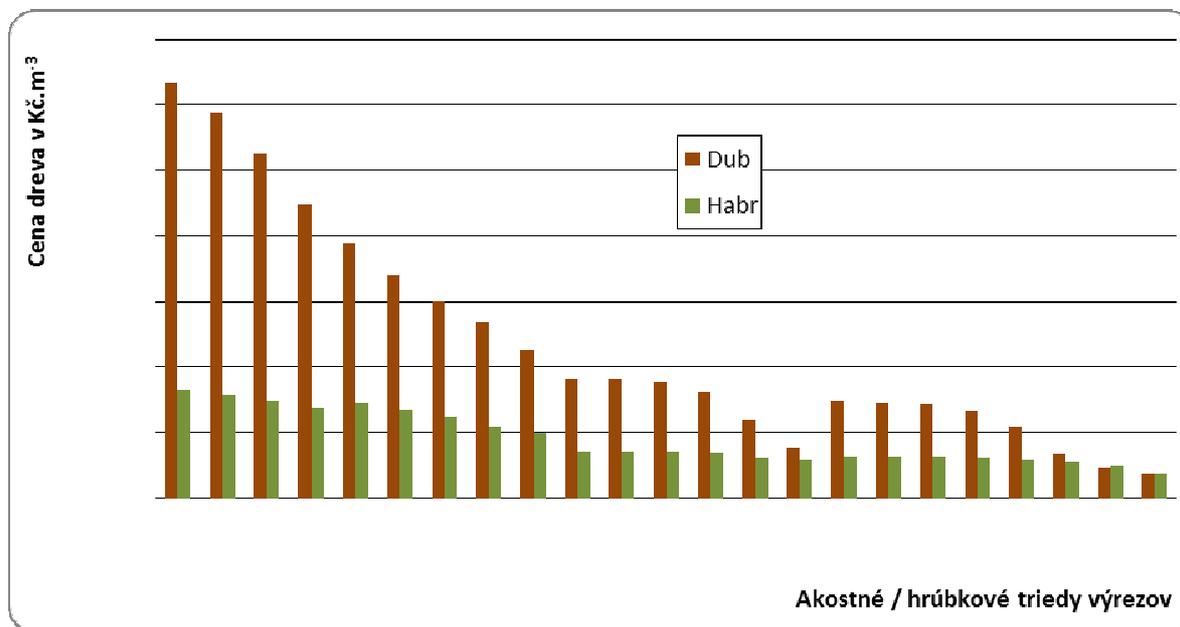


Obr. 47: Vývoj podílu sortimentů hlavního porostu pro výmladkový habr a dub ze semene nejvyšších bonit podle modelů sortimentačních růstových tabulek (PETRÁŠ et al. 1996) v závislosti na věku porostu.

Kvalitu dřeva na kmenech a v celých porostech velmi dobře charakterizuje struktura sortimentů, kterou je možné z nich získat. Podle modelů sortimentačních růstových tabulek (PETRÁŠ et al. 1996) je zřejmé, že rychle rostoucí habřiny dosahují i v dospělosti velmi nízké podíly sortimentů průměrné a nejvyšší kvality (obr. 47). Jakostních výřezů třídy III přibližně 37 % a nejkvalitnějších výřezů třídy I a II pouze 3 %. Zbývajících přibližně 60 % dosahují sortimenty podprůměrné kvality, jakostní třídy V a VI. Opačným příkladem jsou dubové porosty ze semene. Jejich velkou předností je vysoká produkce sortimentů průměrné a nejvyšší kvality. Třídy I a II dosahují 20 % a třídy III 55 % podíly již ve věku 80 let. Zbývajících přibližně 25 % tvoří třídy V a VI. Velkým přínosem dubových porostů je i skutečnost, že podíl nejcennějších sortimentů se neustále zvyšuje do vysokého věku.

Hodnotovou produkci porostů velmi silně ovlivňuje kromě struktury sortimentů i jejich cena, která je velmi rozdílná podle dřevin, ale i sortimentů. Obr. 48 příkladně dokumentuje poměrně vysoké ceny nejkvalitnějších sortimentů dubu a velké cenové rozdíly mezi dubem a habrem ve všech sortimentních třídách. V tržním mechanismu se ceny dřeva neustále mění, a proto je důležité znát nejen jejich absolutní hodnotu, ale i cenové relace mezi jednotlivými sortimenty a dřevinami. POLENO (1968), HALAJ et al. (1990), ale i VACEK, SIMON et al. (2009) vyjádřili cenové relace formou indexů jako poměr aktuální ceny určitého sortimentu ke zvolenému, konkrétně k ceně 3. tloušťkové třídy jakostní třídy IIIA. Všichni konstatují, že cenové indexy v rámci jedné dřeviny nebo i mezi dřevinami se mění v průběhu dlouhých let jen nepatrně. Z tohoto

poznatku pak vyplývá, že křivky celkové hodnotové produkce porostů si dlouhodobě zachovávají stejný tvar, tedy i stejný věk kulminace běžného nebo i průměrného přírůstku.

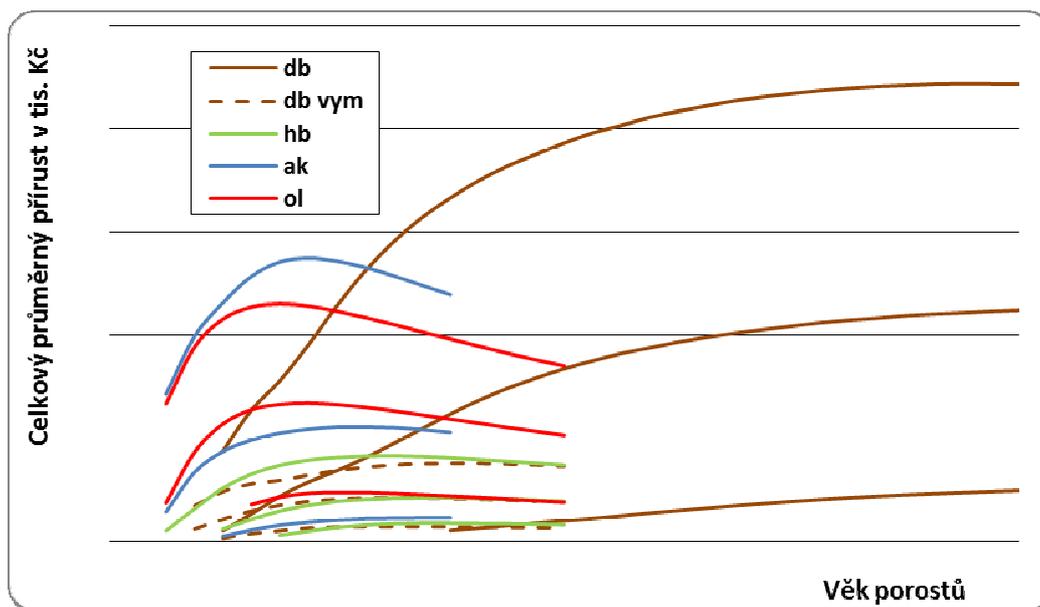


Obr. 48: Jednotkové ceny sortimentů surového dřeva pro dub a habr podle jakostních a tloušťkových tříd výřezů.

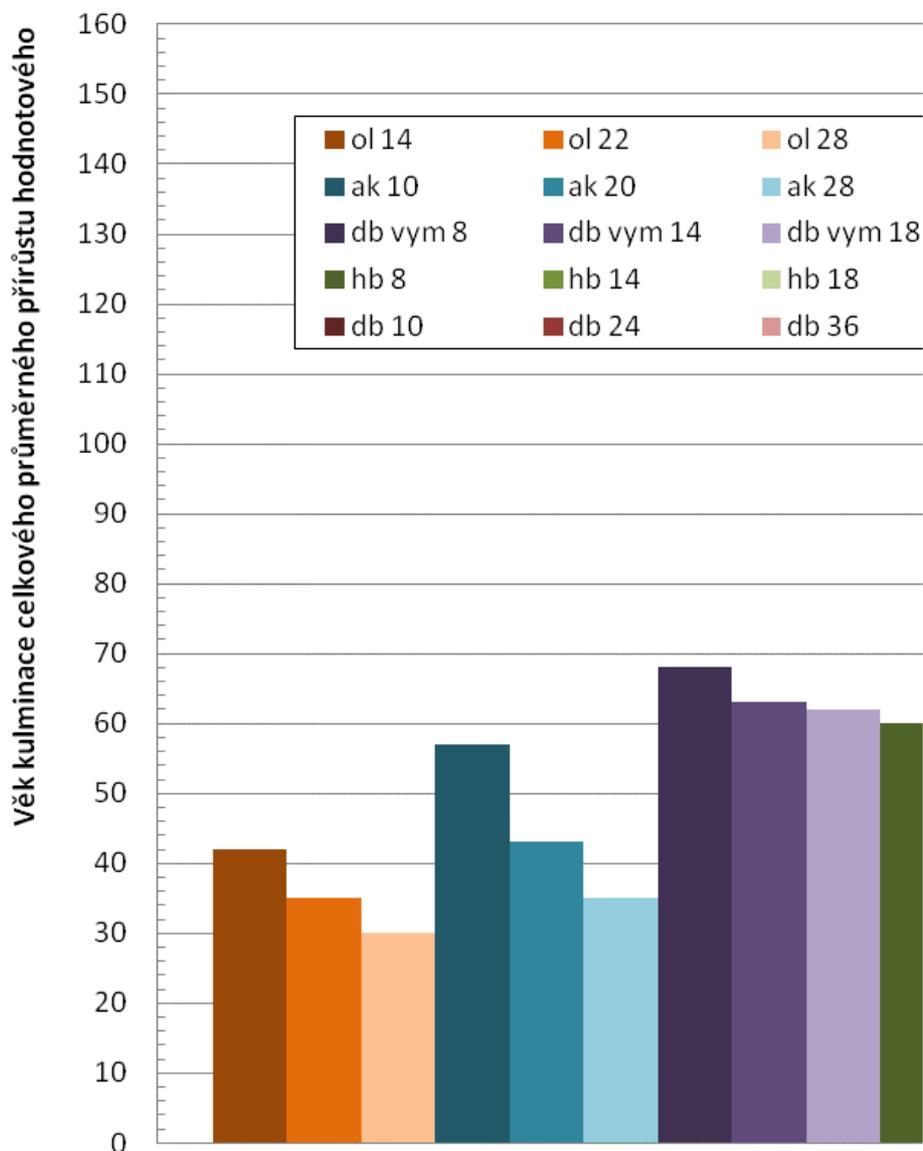
Když se znásobí poměrně rozdílná objemová produkce jednotlivých dřevin jejich strukturou sortimentů (podílem jakostních a tloušťkových tříd výřezů) a jejich jednotkovými cenami dostaneme hodnotu produkce v peněžních jednotkách. Na obr. 49 je znázorněn takto odvozen vývoj hodnotového CPP dřevin v závislosti na věku porostu pro nejhorší, průměrné a nejlepší bonity. Podobně jako u objemové produkce (obr. 45) i zde se výmladkovým porostům poměrně rychle zvyšují průměrné přírůstky, zatím kulminují, ale ve vyšším věku se jejich hodnoty i poměrně rychle snižují. V hodnoceném bonitním rozsahu dosahuje nejnižší hodnoty, přibližně 0,7-3,8 Kč.ha⁻¹ výmladkový dub a 0,9-4,2 Kč.ha⁻¹ habr. Nejvyšší přírůstky zejména při průměrných a nadprůměrných bonitách má olše 2,4-11,5 Kč.ha⁻¹ a akát 1,2-13,7 Kč.ha⁻¹. Dubové porosty ze semene mají obecně vyšší průměrnou produkci jako výmladkové. Je to však jen ve vyšším věku, když ve svém bonitním rozsahu dosahují 2,5-22,2 Kč.ha⁻¹. Relativně k výmladkovým dubinám a habřinám je jejich průměrná hodnotová produkce přibližně 3-5 násobně vyšší. V porovnání k akátovým a olšovým porostem je vyšší jen 1-2 násobně.

Když se porovnají věky porostů, ve kterých vrcholí hodnotové CPP (obr. 49) s kulminací objemových CPP (obr. 46), můžeme obecně konstatovat, že jsou vyšší. U habru jen o 3 roky, u olše o 1-8, akátu o 7-11 a u výmladkového dubu přibližně o 20-25 let. Největší rozdíly jsou u semenného dubu, když v porostu na nejnižších a středních bonitách vrcholí CPP ve věku

vyšším než 160 let a při nejvyšších bonitách přibližně ve věku 150 let, což je o 95 let vyšší než u objemové produkce. Po širším zobecnění těchto poznatků je zřejmé, že posuzováním hodnotové produkce se posune mýtní zralost výmladkových porostů habru, olše a akátu do vyšších věků přibližně jen o 10 let. Výjimkou jsou dubové porosty. Porostem výmladkového původu se zvýší mýtní zralost o 20-25 let a semenného o více než 95 let. Hlavní příčinou je obecně vyšší kvalita dubových kmenů, vysoká rezistence dřeva vůči hnilobám i ve vysokém věku a v porovnání s ostatními dřevinami vysoká cena sortimentů surového dřeva průměrné a nadprůměrné kvality, ale i dřeva větších tloušťek.



Obr. 49: Vývoj hodnotového celkového průměrného přírůstku v tis. Kč.ha⁻¹ (hrubý výnos) podle modelů hodnotových růstových tabulek lesa nízkého a vysokého (PETRÁŠ 1993) v závislosti na věku a bonitě. Bonitní stupně (nejnižší, střední a nejvyšší) jsou pro: dub ze semene 10, 24, 36, výmladkový dub a habr 8, 14, 18, akát 10, 20, 28 a pro olši 14, 22, 28.



Obr. 50: Věky kulminace celkového průměrného přírůstku hodnotového (hrubý výnos) podle modelů hodnotových růstových tabulek lesa nízkého a vysokého (PETRÁŠ 1993). Bonitní stupně jsou uvedeny v legendě za zkratkami dřevin.

6.4 Dílčí závěr

Nízké lesy všech dřevin mají velmi intenzivní výškový a tloušťkový růst v mladších porostech, ale ve vyšším věku se jejich intenzita postupně snižuje pod úroveň vysokého lesa. Nejintenzivněji rostou výmladky akátu a olše. Méně intenzivně výmladkový dub a habr. Tloušťkový růst výmladkových porostů je v mladém věku ještě intenzivnější než jejich výškový růst. Akát má suverénně největší tloušťkové přírůstky a již při průměrných bonitách předstihuje i dubové

porosty vysokého lesa nejvyšších bonit. Olše je mu podobná, ale jen při nižších věcích. Habrové porosty dosahují ze všech dřevin nejnižší tloušťky. Jsou při stejných bonity systematicky menší než tloušťky nízkého dubového lesa.

Výmladkové porosty mají vyšší hektarové zásoby a celkovou produkci jako ze semene, ale jen při nízkých věcích. Porosty ze semene dosahují podstatně vyšší zásoby a celkovou produkci jako výmladkové. Porostem výmladkového původu se průměrné přírůstky velmi rychle zvyšují a včas vrcholí. Dubové porosty ze semene mají obecně vyšší průměrnou produkci jako dub nebo habr z výmladku. V době kulminace CPP je však jejich průměrná objemová produkce nižší než v případě olše nebo akátu.

Hodnotová produkce integruje v sobě objem, kvalitu a cenu produkovaného dřeva. Nejnižší kvalitu kmenů mají výmladkové habřiny a nejvyšší dubiny ze semene. Obecně platí, že významně vyšší podíly kvalitnějších kmenů jsou jen při průměrných a vyšších bonitách. Průměrná hodnotová produkce dubových porostů ze semene je přibližně 3-5 násobně vyšší než u výmladkových dubů a habrů. V porovnání k akátovým a olšovým porostem je vyšší jen 1-2 násobně. Hodnotové CPP výmladkových porostů kulminují později než při objemové produkci. U dubu je to o 20-25 let a při habru, akáte a olši přibližně o 5-10 let.

7 UPLATNĚNÍ POZNATKŮ O AUTOREGULACI PŘI MANAGEMENTU LESNÍCH EKOSYSTÉMŮ

7.1 Pojetí autoregulace

Autoregulace je schopnost živých systémů přizpůsobovat se změněným podmínkám prostředí. Je to základní vlastnost živé hmoty, existuje na všech úrovních organizace biologických systémů a zajišťuje rovnovážný stav (homeostázi). Jednou ze základních vlastností živé hmoty je totiž směřovat k homeostazi ekosystému, tj. k dynamické funkční rovnováze ekosystému udržované díky systému zpětných vazeb (Obr. 51). Základem autoregulační schopnosti ekosystému jsou: adaptabilita jednotlivých organismů, populací a společenstev, vyvážené mezidruhové vztahy ve společenstvu a kruhové propojení producentů, konzumentů a rozkladačů zpětnými vazbami v biologickém látkovém koloběhu (MÍCHAL 1999). Přitom nejdůležitějším autoregulačním mechanismem všech systémů bez výjimky je zpětná vazba.



Obr. 51: Přírodě blízký smrkobukový porost v Krkonošském národním parku s vysokou mírou autoregulace, vyvíjející se v rámci malého vývojového cyklu lesa (foto: S. VACEK).

Ze své podstaty je totiž každý ekosystém autoregulace, protože autoregulace je základním atributem ekosystému jako takového. Autoregulační procesy jsou přítomné v jakémkoli ekosystému, např. i v kulturním lese. Bez autoregulace by nebyla myslitelná sukcese, tj. proces adaptace ekosystému na měnící se podmínky prostředí, krátkodobá i dlouhodobá dynamika ekosystémů. V kulturních ekosystémech je však schopnost autoregulace většinou snižena či

omezená. Jedná se mnohdy i o velmi labilní lesní ekosystémy, jejichž nízká úroveň autoregulačních procesů nedokáže zajistit trvalou existenci stromového patra, tj. lesního porostu. V těchto případech se jedná o ekologicky velmi labilní lesní porosty, které snadno podléhají různým disturbancím (Obr. 52). Při posuzování těchto porostů jsou vždy rozhodující konkrétní stanovištní a porostní poměry a zejména stupeň přirozenosti lesních porostů.



Obr. 52: Rozsáhlé smrkové porosty v okolí Březníku v Národním parku Šumava silně postižené kůrovcovou disturbancí s nízkou úrovní autoregulace, vyvíjející se v rámci velkého vývojového cyklu lesa (foto: J. VONDRA).

Pro udržení dynamické rovnováhy v ekosystému jsou rozhodující biogeochemické cykly tvořené: biomasou primárních producentů, opadem (odumřelou biomasou), postupným rozkladem a mineralizací odumřelé biomasy a příjmem živin primárními producenty. Rychlost těchto vnitřních cyklů je určována jednak rychlostí mikrobiálního rozkladu a mineralizace, jednak rychlostí příjmu živin primárními producenty. Má-li být ekosystém v dynamické rovnováze, tak musí být obě tyto položky vzájemně vyrovnané. Ve vyspělých klimatických klimaxech totiž souhrnný součet ztrát ekosystému dýcháním (rostlin, živočichů a mikrobů; producentů, konzumentů, destruentů i reducentů) se v dlouhodobém průměru rovná sumě energie vázané při fotosyntéze. Lze tedy konstatovat, že v tomto případě platí tzv. teorie nulového přírůstu, tj. jaké množství biomasy v lesním ekosystému přiroste, takové její množství odumře (KORPEL 1988). Tento postulát však platí v původních či přírodních lesních ekosystémech za podmínky splnění minimálního areálu, tj. minimální plochy, která je základním předpokladem pro dostatečné fungování autoregulačních procesů.

Každý organismus začleněný do ekosystému (příčemž jiné v přírodě nejsou) nese ve vlastních tkáňových buňkách informační záznam z evoluce druhu a genetická informace zakódovaná v jeho genomu podstatně předurčuje jeho reakce na prostředí.

Autoregulace je tedy přirozená schopnost nenarušeného ekosystému udržet dynamickou rovnováhu mezi jeho jednotlivými složkami. Do určité míry probíhá ve všech lesních porostech, ale v kulturních, člověkem silně ovlivněných lesích je většinou nedostatečná pro zajištění jejich kontinuity v rámci malého vývojového cyklu lesa a plnění jejich ekologických a environmentálních funkcí.

7.2 Míra autoregulačních schopností jako základ specifického managementu

Jedinečnost každého ekosystému je dána jedinečností historie přírody. Struktura každého lesního ekosystému je přitom nepřímým materiálním záznamem této historie. Není jen obrazem specifických podmínek přírodního prostředí (ekotopu), ale je i zvláštním záznamem působení minulé evoluce regionální bioty a určujících historických událostí na dané lokalitě. Obojí je zhmotněno a zpřítomněno ve struktuře konkrétního ekosystému. Proto je nezbytné prohlubovat poznání struktury a vývoje lesních ekosystémů jako základního předpokladu pro jejich trvale udržitelný či přírodě blízký management s maximálním využíváním autoregulačních procesů (VACEK 2003).

Vnější zásahy do ekosystému přitom většinou nejsou nutné, pokud v prostředí probíhá neustálé kolísání ekosystému kolem rovnovážného stavu, který je průběžně narušován působením faktorů vnějšího prostředí. Nadměrné vychýlení z rovnovážného stavu však vede k dočasnému nebo trvalému zhroucení ekosystému. V těchto případech je však vhodné nastartovat či posílit autoregulační procesy volbou vhodných nápravných speciálních managementových opatření, a to na základě exaktních výzkumných poznatků ze studia struktury a vývoje lesních ekosystémů.

Pokud jsou v chráněných územích zastoupeny lesní ekosystémy, které se samovolně pomocí autoregulačních procesů obnovují a vyvíjejí bez známek degradace na jejich struktuře a ekologické stabilitě, pak je jediné správné jim v přirozeném vývoji nebránit. Ale přírodní procesy jsou v kulturních lesích při malé míře autoregulace většinou nedostatečné pro jejich obnovu ve smyslu hlavního motivu ochrany přírody. Ta nejpřísnější ochrana může zahubit právě to, co chceme chránit, nebudeme-li pozorně sledovat vývoj ekosystémů a nezasáhneme-li např. v případě ataku přemnoženého hmyzu (např. kůrovců) či invazních druhů, změny podmínek způsobených přímo či nepřímo člověkem atd. V 50. a v 60. letech 20. století se v ochraně přírody oficiálně prosazovala zásada neintervence v přírodních rezervacích. Tvrdilo se, že rezervace jsou laboratoře přírody, že to jsou území, kde si příroda hospodaří sama (a sama si vyřeší své problémy), jsou to prostě území nedotknutelná. Výsledek je známý: téměř třetina maloplošných chráněných území v České republice buď zcela zanikla (vyřadila je prověrka chráněných území

v letech 1964–1965), anebo ztratila hlavní důvod ochrany a musela být s velkým úsilím rekonstruována, což se někdy ani nepovedlo, a to zejména v případě, když nebyl dostatek exaktních poznatků o struktuře a vývoji těchto porostů a nebyly používány přírodě blízké metody specifického managementu či péče o lesní ekosystémy.

Zejména pak na územích, která ochránci přírody či lesníci chtějí ponechat samovolnému vývoji, je nezbytné posoudit míru autoregulačních procesů a pokud je nedostatečná, tak je potřebné tyto procesy posílit. Tuto skutečnost řada úzce specializovaných přírodovědců nechce pochopit a odtud plyne snaha formulovaná některými zájmovými skupinami – místo národních parků zřizovat spíš přísné rezervace. To je však v podmínkách našich kulturních lesů reálné jen za předpokladu akceptace dlouhodobých značných ztrát na plnění ekologických a environmentálních funkcí lesa, snížení ekologické stability a biodiverzity, různých ireverzibilních změn (např. introskeletová eroze, mineralizace holorganických horizontů v důsledku narušení vodního režimu).

Z hlediska plánování a realizace péče o lesy v chráněných územích (zejména pak v NPR, PR, v I. zónách NP a CHKO) je třeba exaktně rozlišit lesní porosty s ohledem na míru autoregulačních schopností daného ekosystému, a to podle kvality na přírodní, přirozené a přírodě blízké porosty a podle kvantity (výměry) na ty, které splňují podmínku minimálního areálu, a na ty, které ji nesplňují. Tím se odliší chráněné lesní části příliš malé výměry na to, aby byly schopné samostatné existence, anebo pozměněné do té míry, že je nutno v nich vykonávat diferencovaná opatření pro obnovu jejich ekologické stability či biodiverzity. V pozměněných částech NPR, PR, I. zón VZCHÚ, které mají poskytovat dynamický obraz spontánního vývoje lesního ekosystému, se často diskutuje zásadní otázka, zda a do jaké míry je potřebné v konkrétním případě zasahovat, než bude v budoucnu vhodné ponechat příslušnou lesní část samovolnému vývoji, a za jakých podmínek a po jaké době to může být účelné. V naprosté většině ostatních chráněných lesů nemá zasahování do lesních ekosystémů ani zdaleka dostatečný důvod jen v tom, zda jsou přirozené či nikoliv, ale především v tom, že mají plnit různé další funkce, které mohou být přemnožením konzumentů dřevin narušovány. Ve všech případech, kdy les může plnit své funkce jen tehdy, je-li živý a zdravý, nemůže být pochyb o tom, že přemnožený konzument (kůrvec, obaleč, mniška, hlodavci či spárkatá zvěř) je škůdcem. V lesích chráněných pro svůj výlučně přírodní charakter ztrácí termín škůdce smysl a je vhodné ho nahradit pojmem rušivý činitel či disturbance.

Faktory disturbance jsou v přírodním lese například fytofágní hmyz, dřevní houby, vítr, sníh, námraza, které zde vyřazují především stromové jedince dožívající generace, a tím se významně podílejí na přechodu porostů za stadia optima do stadia rozpadu s fází obnovy, popřípadě až na dočasném nástupu nelesní formace (bylinné a keřové), která je následována sekundární sukcesí zpět k lesu závěrečnému. Zejména pak fytofágové (kambiofágové, xylofágové) se v přírodním lese většinou podílejí na zániku jednotlivých, k napadení zvláště disponovaných stromů, a tím uvádějí do pohybu střídání generací v rámci malého vývojového cyklu lesa, který je charakteristický pro podmínky střední Evropy.

Les je však přírodním objektem, který má zachovávat kontinuitu své funkční způsobilosti. Pokud však přírodní prostředky ochrany selhávají v důsledku značného narušení ekologické stability, tak je boj proti škůdcům jedním z nutných prostředků pro zabezpečení funkční způsobilosti lesů.

Při rozhodování o tom, jaký způsob managementu pro daný lesní porost (oblast) zvolit, je nezbytné a zásadní nejprve jasně definovat cíle, kterých má být tímto managementem dosaženo. To platí nejen pro management chráněných území, ale i pro běžné hospodaření v lese a krajině. Teprve na základě jasně vymezených a dlouhodobě konsolidovaných cílů je možné navrhnout a realizovat konkrétní postupy managementu území. Nejprve musíme přesně vědět, čeho dosáhnout. A zároveň musíme co nejpodrobněji a nejpřesněji znát, jak jednotlivé managementové postupy fungují, co bude v daných podmínkách výsledkem jejich aplikace, a to v krátkodobém i dlouhodobém horizontu. Teprve potom je možné vytvořit konkrétní plány péče o určité území. V hospodářském lese bývá cíl jasný – co možná nejvyšší ekonomická rentabilita majetku, tedy maximalizace výnosů a minimalizace nákladů. K tomuto požadavku se často více či méně přidružuje potřeba zabezpečení některých mimoprodukčních funkcí. Postupy, jak tohoto požadavku dosáhnout, jsou v lesnickém oboru všeobecně známé a dlouhodobě vcelku úspěšně aplikované. O tom svědčí relativní ziskovost (nebo aspoň neztrátovost) oboru.

Jiná situace nastává v případě, kdy produkční požadavky jsou částečně nebo zcela nahrazeny požadavky odlišnými. Příznačně tomu tak bývá v nejrůznějších typech chráněných území (lesních i nelesních). Zde může cíl, kterého by měl management dosáhnout, nabývat nejrůznějších podob. Cílem může být např. zachování určitého biotopu pro konkrétní živočišný nebo rostlinný druh, případně společenstvo druhů ať již charakteru původního, nebo antropogenně změněného a podmíněného; návrat z nějakého důvodu narušeného (pozměněného) společenstva do stavu bližšího přirozenému; zachování určitého typu společenstva (zejména vegetačního pokryvu) za účelem ochrany půdního, hydrologického, klimatického nebo i kulturně-estetického prostředí; zachování určitého geomorfologického útvaru a s ním spojených typických rostlinných a živočišných společenstev před nežádoucími změnami a podobně. Uvedené cíle většinou nejsou mezi sebou v rozporu, lze je tedy zpravidla naplňovat současně.

Zejména u nepůvodních, člověkem změněných společenstev se však tyto cíle mohou dostat do rozporu s jiným cílem – zachování kontinuity samovolného vývoje určitého společenstva, ať již původního, nebo nepůvodního charakteru (filozofický a kulturně historický cíl), a sledování tohoto vývoje (vědecký cíl). Případně sledování samovolné reakce společenstva na antropogenní zásah. Tento cíl je často v chráněných územích paušálně požadován, mnohdy bez ohledu na konkrétní podmínky. Problémem je, že samovolný vývoj nepůvodního, antropogenně značně ovlivněného a přírodě vzdáleného společenstva zpravidla vyústí v jeho postupný nebo náhlý rozpad a nahrazení společenstvem jiným. To spolu může přinášet nežádoucí efekty – např. zánik samotného společenstva (objektu sledování) nebo jiné negativní vlivy. Je-li cílem zachování

daného typu společenstva (např. druhově bohaté louky, enklávy obklopené lesem), pak zde není možné zároveň chtít realizovat cíl sledování samovolného vývoje tohoto společenstva. Tedy možné to je, ale časem už budeme sledovat společenstvo jiné, v tomto případě sukcesi lesa.

Teprve potom, když jsou jasně definovány cíle, je možné uvažovat o prostředcích, metodách, postupech a způsobech, kterými bude naplnění těchto cílů dosaženo. Nezbytností jsou podrobné a empiricky ověřené znalosti, jak dané postupy fungují, co je jejich výsledkem s ohledem na konkrétní stanovištní podmínky a další okolnosti. Potřeba podrobného poznání vlivu různých managementových zásahů na společenstvo pochopitelně vyžaduje provádění kvalifikovaného výzkumu.

Managementové postupy mohou být velice různorodé. Nejjednodušší je aplikovat tzv. bezzásahový (nulový) management. Pokud je z nějakého důvodu žádoucí zachovat dané společenstvo ve stavu bez umělého vnášení dodatečné energie (tedy bez zásahů), pak zde logicky musí být aplikován management bezzásahový. Další cíle již zpravidla vyžadují některý ze způsobů aktivního managementu (pěstební zásahy v lesních porostech, umělá obnova, umělá disturbance atd.). Je třeba poznamenat, že samotný bezzásahový management nemůže být cílem, ale cestou k naplnění jiných cílů.

Otázkou je, jak pojmout v poslední době propagovaný termín – tzv. ochranu přírodních procesů. Jedná se zde o definiční a filozofický problém. Pojem přírodní procesy je možné chápat jako analogii k pojmu fyzikální zákony. Ty existují nezávisle na stavu přírody či lidského vědění a konání. Jako takové se nedají vytvořit ani zničit, a tedy i jejich ochrana postrádá logický smysl. Přírodní procesy, existující nezávisle na okolnostech, se vždy projeví a uplatní až tehdy, existuje-li objekt, na který by mohly působit. Chránit tedy nelze přírodní procesy jako takové, ale projevy jejich působení v konkrétní situaci a na určitém objektu. Například aby bylo možné chránit přírodní procesy působící v jedlobukovém pralese, tak je nejdříve nutné, aby vůbec takový prales existoval. Pokud se na stanovišti jedlobukového pralesa vyskytuje smrková monokultura, tak je sice možné sledovat přírodní procesy působící při zpravidla jednosměrném sukcesním a disturbančním vývoji této smrkové monokultury, rostoucí na stanovišti jedlobukového pralesa, ale nikoliv procesy probíhající v pralese. I když lze očekávat, že při ponechání ekosystému samovolnému vývoji po dostatečně dlouhou dobu zde společenstvo typické (přirozené) pro dané stanoviště, tedy ve středoevropských podmínkách určitá forma (pra)lesa, nakonec převládne.

7.2.1 Diferenciace lesních ekosystémů podle kvality přírodního prostředí

Podle přílohy 2 vyhlášky č. 60/2008 Sb., je stupeň přirozenosti pro účely hodnocení přirozenosti lesních porostů vyjádřením míry ovlivnění lesního ekosystému člověkem, a to jak přímým lesnickým obhospodařováním, tak nepřímo působícími antropickými vlivy. Stupně přirozenosti lesních porostů jsou:

- **Les původní, neboli prales** – člověkem téměř neovlivněný les, kde dřevinná skladba i prostorová struktura odpovídají stanovištním poměrům, tzn. potenciální přirozené vegetaci. Za původní les lze označit i porosty, které byly v minulosti ovlivněny člověkem, ovšem zásah neměl vliv na vybočení z přirozené vývojové trajektorie a stopy takového zásahu již dávno nejsou patrné – např. toulavá těžba jednotlivých stromů před více než 100 lety, odvoz odumřelých stromů z okrajů porostu před více než 50 lety apod. Termín prales lze ztotožnit s označením les původní. Tyto porosty jsou v současnosti ponechány samovolnému vývoji.
- **Les přírodní** – les vzniklý přírodními procesy, avšak člověkem v minulosti ovlivňovaný (zejména toulavou těžbou a pastvou, nikoliv sadbou nebo sítí). Jeho dřevinná skladba i prostorová a věková struktura převážně odpovídají stanovištním poměrům, pomístně se mohou odchylovat, např. vlivem samovolného vývoje, který proběhl v pozměněných podmínkách (např. po vyklučení lesa ve středověku a následném dlouhodobém ponechání plochy neřízené sukcesi lesa, území pod dlouhodobým vlivem vyšších stavů zvěře apod.). Tyto porosty jsou v současnosti ponechány samovolnému vývoji (Obr. 53).



Obr. 53: Trojmezenský prales si i přes dlouhodobě prováděné toulavé seče v minulosti uchoval strukturu přírodního lesa (I. zóna NP Šumava před úplnou kůrovcovou disturbancí v r. 2007) – (foto: S. VACEK).

- **Les přírodě blízký** – les, jehož dřevinná skladba odpovídá převážně stanovištním poměrům avšak prostorová struktura je jednodušší než v původním lese. Tyto porosty

vznikaly pod vlivem člověka a jejich stav mohl být docílen i vědomou činností člověka. Dlouhodobě docházelo k usměrňování jejich vývoje a stopy tohoto usměrňování jsou dosud patrné (odvoz odumřelého dříví, těžba dříví, výchovné zásahy apod.), v současnosti však v nich záměrné obhospodařování neprobíhá. Nyní mohou být tyto porosty buď ponechány samovolnému vývoji, anebo v nich probíhají účelové zásahy vedoucí k obnově přirozené dřevinné skladby a prostorové struktury.

- **Les přirozený** – souhrnné označení pro lesní porosty zařazené do stupňů přirozenosti: les původní (prales), les přírodní a les přírodě blízký.
- **Les kulturní** – les, jehož dřevinná skladba odpovídá převážně stanovištním poměrům, ale jeho prostorová struktura je srovnatelná nebo jednodušší než v lese přírodě blízkém. Tyto porosty vznikaly a vznikají pod vlivem člověka a jejich stav byl docílen vědomou činností člověka. Jedná se o porosty obhospodařovaného lesa, ve kterých jsou prováděny obvyklé hospodářské činnosti, například pěstební práce, výchova, případně obnova porostů.
- **Les nepůvodní** – les, jehož dřevinná skladba převážně neodpovídá stanovištním poměrům. Tyto porosty vznikaly a vznikají pod vlivem člověka a jejich stav byl docílen činností člověka. Jedná se o porosty obhospodařovaného lesa, ve kterých jsou prováděny obvyklé hospodářské činnosti, například pěstební práce, výchova, případně obnova porostů.

Je však třeba objektivně konstatovat, že původní lesní ekosystémy se v rigorózním pojetí v ČR nevyskytují, a tak v nejvyšších stupních přirozenosti lesních porostů v lepším případě převažují lesy přírodní či lesy přírodě blízké. V ČR je podle www.pralesy.cz celkem zachováno 30 168 ha přirozených lesů (tj. 1,1 % všech lesů), z čehož je 921 ha původních, 8 534 ha přírodních a 20 713 ha přírodě blízkých. Z toho se 14 364 ha se jich nachází v národních parcích a 9 178 ha v chráněných krajinných oblastech. Zbývající část (6 636 ha) leží vně velkoplošných chráněných území, a to převážně v maloplošných zvláště chráněných územích (MŽP 2008).

7.2.2 Minimální areál lesních ekosystémů schopných samovolného vývoje

Řešení problematiky ekologických kritérií pro rozhodování o ponechání lesů ve zvláště chráněných územích spontánním procesům vychází z poznání zákonitostí původních či přírodních lesů, zejména pak z posouzení jejich základních znaků a vlastností. Jedná se především o relativní stálost druhového složení společenstev, relativní různověkost, relativní vyrovnanost dřevní zásoby a relativní maloplošnost jednotlivých vývojových fází a stadií.

Jejich výslednicí je udržení ekologické samostatnosti a vyrovnanosti. Les je totiž v našich klimatických podmínkách v podstatě jedinou vegetační formací, která je schopná trvale se udržet svými vnitřními silami a životními procesy za předpokladu, že se výrazně nezmění stanovištní a porostní podmínky (cf. JENÍK 1979, KORPEL 1989, VACEK 2002). Modelovým objektem pro výzkum

ekologické samostatnosti a vyrovnanosti jsou původní a přírodní lesy. V našich podmínkách se jedná především o národní přírodní rezervace (NPR), přírodní rezervace (PR), I. zóny národních parků (NP) a CHKO. Zejména pak původní lesy se v dynamické rovnováze udržují svým druhovým složením, specifickou prostorovou a věkovou strukturou. Přírodní lesní společenstva mají totiž jako ucelený komplex živých organismů na nejvyšší hierarchické úrovni otevřených systémů výraznou tendenci k homeostazi (ZLATNÍK 1970, JENÍK 1979, REJMÁNEK 1979, PRŮŠA 1985). Ta poměrně pohotově reaguje na rušivé vlivy prostředí vytvořením specifické konstelace podmínek, znaků a složek, které jsou zárukou další existence původního lesa, kontinuálně navazujícího na současný stav ekosystémů (VACEK 2000).

Rozhodování o způsobech diferencované péče ve zvláště chráněných územích (ZCHÚ) na ekologických základech je pro zajištění jejich ekologické stability a biodiverzity, tj. ekologické trvalosti, úkolem velmi složitým. Pro maximální možnou míru objektivizace tohoto procesu je potřebné parametrizovat či kvantifikovat řadu dílčích ekologických i ekonomických kritérií.

Přírodě blízké způsoby managementu či péče o ZCHÚ v některých případech mohou znamenat vyšší náklady či určité omezení vlastníka. Proto při rozhodování o ponechání lesů ve ZCHÚ spontánním procesům je třeba vycházet z vícekritériální analýzy. Z ekologických kritérií je přitom nejvýznamnější stanovení tzv. minimálního areálu, tj. minimální výměry a tvaru lesního ekosystému schopného dostatečné míry autoregulace pro zajištění hlavního motivu ochrany přírody, tj. vesměs funkčního lesního ekosystému vyvíjejícího se v rámci malého vývojového cyklu. Z ekonomického hlediska se jedná o minimální výměru lesních porostů, kde bude vlastník potenciálně omezován.

O pojmu minimální areál má smysl uvažovat pouze v prostředí takového ekosystému, který se bude při ponechání samovolnému vývoji vyvíjet směrem odpovídajícím přirozené vývojové trajektorii původního nebo přírodního lesa. Ekosystém, který byl oproti původnímu (přirozenému) stavu antropogenně změněn tak, že při ukončení zásahů (ukončení vnosu dodatkové energie) jeho vývoj nebude sledovat vývojovou trajektorii přirozeného ekosystému, nemůže být z logiky věci předmětem úvah o minimálním areálu, neboť zvyšující se výměra nebude mít vliv na stabilitu a schopnost autoregulace. Naopak s rostoucí výměrou schopnost autoregulace zpravidla dále poklesne – typicky je tomu u monokulturních fytocenóz.

V podmínkách lesních ekosystémů střední Evropy tedy většinou nemá smysl o minimálním areálu vůbec uvažovat, protože dochované přirozené ekosystémy, pokud vůbec existují, zpravidla zaujímají plochu řádově menší, než je empiricky zjištěná plocha minimálního areálu (řádově desítky hektarů). Typickým příkladem je, pokud existuje relativně málo rozsáhlý fragment původního ekosystému (řádově jednotky hektarů) obklopený rozsáhlými nepůvodními (a vývoje v přirozené trajektorii neschopnými) ekosystémy. Logicky nesprávný je tedy přístup, kdy jsou k tomuto malému fragmentu ekosystému s přirozenou strukturou, který je zcela správně a oprávněně zařazen do bezzásahového managementu, přiřazeny okolní nepůvodní ekosystémy za

účelem dosažení minimálního areálu, aby byl umožněn přirozený vývoj a autoregulace. Tímto opatřením nelze zásadně zvýšit stabilitu (a umožnit průběh autoregulačních procesů), naopak takto zpravidla dojde k zásadnímu narušení stability nejen okolních nepůvodních ekosystémů, ale také k narušení přirozeného vývoje ve fragmentu původního ekosystému, který by jinak pravděpodobně sledoval trajektorii přirozeného vývoje.

7.2.2.1 Vývojové zákonitosti přírodních lesů

Přírodní les jako původní biocenóza je vrcholem přírodního ekosystému, jehož složky se prostřednictvím látkové výměny velmi dlouhodobě vzájemně ovlivňují. Je to typicky komplexní systém se všemi svými význačnými znaky. V dané oblasti představuje nejvyspělejší a nejsložitější ekosystém, jaký tam vůbec může vzniknout a trvale se udržet. Není však ukončením vývoje lesa, ale jeho trvalým pokračováním na základě vnitřních a vnějších rozporů, vyúsťujících do obecných zákonitostí.

Přírodní les je z hlediska teorie poznání závažnou pojmovou skupinou, protože základem plánovitého a cílevědomého usměrňování a využívání lesa jsou spolehlivé poznatky o vlastnostech dřevin, o přirozené dynamice struktury, o zákonitostech růstu a vývoje lesních společenstev v různých stanovištních podmínkách. Biologie a pěstování lesa, které jsou základním účinným nástrojem produkce dřeva a ekologických a environmentálních funkcí lesa, pokud nechťejí ztratit vědecký charakter, musejí vycházet z poznání zákonitosti růstu, vývoje a regenerace přírodního lesa dané oblasti (PRŮŠA 1985, KORPEL 1989, JAWORSKI 1998). Toto obecné konstatování by v první řadě mělo platit v územích se zvýšeným zájmem ochrany přírody.

Pro strukturu a dynamiku změn přírodního lesa jsou určující klimaxové dřeviny. Na perzistenci druhového složení na stanovištních podmínkách jsou závislé dynamické změny ostatních znaků struktury (udržení ekologické samostatnosti a vyrovnanosti, různověkost, prostorová struktura, perzistence dřevní zásoby, odolnost /stabilita/), růstové (nulový přírůst) a vývojové procesy (přirozená obnova), z nichž jsou zvláště významné produkční a regenerační schopnosti (cf. KORPEL 1989, POZNAŃSKI, JAWORSKI 2002).

V souvislosti se sledováním perzistence společenstev, porostního klimatu a půdních poměrů dokázal KORPEL (1989), že rozloha přírodního lesa je velmi důležitý znak. Za minimální hranici výměry pro nerušený vývoj přirozeného lesního společenstva považuje většina autorů (např. GROSSER, FISCHER, MANSIK 1967, ZLATNÍK 1970, SEIBERT, HAGEN 1974, KORPEL 1989) 10–50 ha s přibližně čtvercovým či kruhovým tvarem.

V přírodním lese se jednotlivé složky podle vnitřních zákonitostí přizpůsobují prostředí, v užších nebo širších časových úsecích se kvalitativně i kvantitativně mění, vznikají, rostou, vyvíjejí se a

zanikají. Probíhá tu růstová, stadiální, ekologická a cenotická diferenciace, která se při povrchním pohledu zdá být náhodná, ale při podrobném studiu a rozboru jedinců jako složek celku zjistíme, že probíhá v rámci nepřetržitého vývoje. Jde o integrovaný cyklický vývoj, v jehož rámci můžeme vylišit řadu vzájemně propojených cyklů. Především se jedná o cyklus výživy a koloběh vody, které jsou propojené s cyklem zachování hmoty a tokem energie atd. Vyrovnanost těchto vztahů je příčinou, že přírodní les může existovat i na velmi chudých horských půdách.

Současné vylišování vývojových stadií přírodních lesů u většiny autorů vychází z třídění podle LEIBUNDGUTA (1959). Jedná se o stadium dorůstání, optima a rozpadu. Někteří autoři (ZUKRIGEL et al. 1963, MAYER 1972, KORPEL 1989, JAWORSKI 1998 apod.) v rámci jednotlivých vývojových stadií rozlišují většinou ještě dvě fáze – např. počáteční fázi rozpadu, pokročilou fázi rozpadu apod.

Závažným nebezpečím pro zachování přírodních lesů v ČR jsou stále imisně ekologické stresy; jejich negativní vliv a následné hmyzí a větrné disturbance především v horských lesích dosahují značných rozměrů. Tyto negativní imisně ekologické vlivy svou destruktivní činností kladou až několikanásobně větší požadavky např. na velikost lesního ekosystému schopného samovolného vývoje. Proto je nezbytné ekologickou stabilitu lesního ekosystému chápat jako schopnost setrvávat v daném stavu po dobu konkrétní stresové periody a po vychýlení z rovnováhy se do tohoto stavu opět vrátit. Již proto je nutné rozlišovat nejméně tři druhy ekologické stability (cf. REJMÁNEK 1979): rezistenci (odolnost, schopnost odolávat stresu), resilienci (pružnost, schopnost návratu po vychýlení) a perzistenci (schopnost systému i po dobu stresové periody setrvávat v předem určených mezích).

7.2.2.2 Minimální velikost lesního ekosystému schopného samovolného vývoje

V souvislosti se sledováním stálosti společenstev, porostního mezoklimatu i mikroklimatu a půdních poměrů bylo zjištěno, že výměra a tvar přírodního lesa je rozhodujícím fenoménem pro jeho další vývoj. Alespoň hraniční hodnoty jeho minimální výměry zaručují ekologickou a vývojovou samostatnost lesního ekosystému včetně plnění funkcí lesa.

Vyplývá to nejen z empirických poznatků, ale i z obecných poznatků ostrovní biogeografie. Zmenšování velikosti ostrova pod určitou hranici zákonitě vede k redukci počtu druhů v důsledku nerovnosti mezi jejich vymíráním a imigrací. Větší ostrovy za předpokladu rovnosti ostatních faktorů mají ve stejných podmínkách větší počet druhů rostlin a živočichů než ostrovy menší. Existuje i zřetelná analogie mezi suchozemskými „ostrovními“ ekosystémy obklopenými „mořem“ intenzivně využívaných lesních ekosystémů, v nichž jejich biota nenachází vhodné existenční podmínky. Zmenšení výměry pod určitou kritickou hranici a překročení určité vzdálenosti od nejbližšího přírodního lesního ekosystému zákonitě vede k redukci druhové

diverzity, k jejímu postupnému ochuzování a v konečném důsledku k zániku přirozeného ekosystému a k jeho náhradě jiným, zpravidla méně stabilním ekosystémem.

Minimální výměry lesního ekosystému se výrazně liší podle geografické oblasti, typu přírodního lesa i podle jeho ekologického zatížení (KORPEL 1989). Příliš malá výměra těchto porostů totiž znamená výrazné potenciální nebezpečí její další restrikce stupňujícím se negativním vlivem okolí se změněnými stanovištními i porostními podmínkami. Nejvýrazněji se většinou projevuje změna klimatu, zejména pak v případě, když v okolí maloplošného ZCHÚ vznikají rozsáhlé holiny. Také plošně značně omezené fragmenty přírodních lesů maloplošných ZCHÚ v komplexu lesů hospodářských většinou postupně procházejí různými degradačními stadii, která se nejprve projevují kvantitativními i kvalitativními změnami vegetace a posléze i v půdním prostředí. Vývoj malých zbytků přírodních lesů se podle ZLATNÍKA (1968) dříve nebo později zákonitě ubírá ke změně původního klimaxového společenstva.

Pro vývojovou samostatnost a dynamickou vyváženost vegetačních a půdních procesů musí mít přírodní les takovou výměru, aby jeho vnitřní dialektická podmíněnost jak složek, tak i jevů, resp. jeho přírodní síly, byla větší než vliv antropicky změněného okolí (Obr. 54). Proto byly při stanovení ekologických kritérií pro rozhodování o ponechání lesů ve ZCHÚ spontánním procesům zkoumány i okolní porosty, které byly diferencovány do několika skupin (podle stupňů poškození a míry odchylky od přirozené druhové a prostorové skladby). Naopak při velké výměře přírodních lesů ponechaných samovolnému vývoji např. v NPR se může projevit tendence jejich postupného rozšiřování autoregulací (cf. KORPEL 1989).



Obr. 54: Bohatě strukturované porosty na Růžovém vrchu v Národním parku České Švýcarsko. Minimální areál lesních ekosystémů schopných samovolného vývoje se pohybuje kolem 35 ha (foto: J. VONDRA).

Při volbě výměry lesní rezervace podle ZLATNÍKA (1968) by se měl stanovit minimální areál pro hlavní synuzii dřevin, protože původní porost na menší výměře nemůže zabezpečit jeho trvalost a nemůže splnit ani požadavky výzkumu lesní biocenózy. Podle možností se má přihlížet k tomu, aby do rezervace byly zahrnuty ucelené segmenty biocenózy. Proto je nezbytné volit umístění a výměru lesních rezervací tak, aby nereprezentovaly jen jednu typologickou jednotku, ale jejich soubor, tj. biocenologický komplex. Z tohoto hlediska je výhodnější sice menší počet, ale větších lesních rezervací (ZLATNÍK 1968).

Minimální velikost lesního ekosystému schopného samovolného vývoje nesmí tvořit jen ostrovní segment lesů geobiocenózy, ale musí si uchovat specifické lesní fytoklima, na něž jsou odkázáni živočichové a lesní rostliny. V okrajích segmentů se vytvoří vždy pruh lemových společenstev (ekoton) s vlastními charakteristickými druhy, které v lesním fytoklimatu nenacházejí vhodné existenční podmínky. Prostředí ekotonů v počátcích dočasně vede k relativně většímu druhovému bohatství malých lesních segmentů. Příliš malé nebo úzké segmenty se však redukují na ekotony a vlastní lesní společenstva rostlin a živočichů se v nich nemohou dlouhodobě udržet.

Plošné nároky jednotlivých druhů lesní zvířeny jsou diferencovány podle velikostních kategorií organismů (HEYDEMANN 1981), přičemž životaschopnost minimálních populací na uváděných

plochách nemůže být v případě trvalé izolace zabezpečena. Minimální areály podle jednotlivých typů fauny jsou uvedeny v Tab. 9.

Typ organismu	Podskupina	Minimální areál (ha)
Mikrofauna (< 0,3 mm)	–	1
Mezofauna (0,3–10 mm)	–	1–5
Makrofauna (10–50 mm)	přisedlé druhy	5–10
	pohyblivé druhy	10–20
	létavé druhy	50–100
Megafauna	drobní savci	10–20
	plazi, obojživelníci, drobné ptactvo	20–100
	velcí plazi a savci	100–10 000

Tabulka 9: Minimální areály jednotlivých typů fauny (JENÍK 1995).

Pokud by lesy ZCHÚ měly zabezpečovat existenční podmínky pro úplné druhové spektrum živočichů včetně velkých ptáků a savců, pak by výměra minimálního areálu dosahovala velmi vysokých hodnot. To však v našich středoevropských podmínkách není možné, a to jak z ekonomických, tak i z ekologických důvodů. Tak rozsáhlé plochy přírodních lesů v našich podmínkách především v podstatě neexistují.

Úplná druhová kombinace vyšších rostlin se podle AMBROSE (1988) zřetelně diferencuje dle vegetačních stupňů a ekologických řad. Počet taxonů v takto vymezených jednotkách se pohybuje od minima 36 taxonů (z toho 5 až 7 dřevin) v oligotrofní řadě 2. – 4. LVS až po maximum 160 druhů (z toho 34 až 37 dřevin) v bazifilní řadě 1. LVS se značným podílem stepních druhů. Uváděné souborné počty nemusejí být v dlouhodobě izolovaných drobných segmentech přírodních lesů naplněny. Přitom bude platit, že při narušení charakteristické druhové kombinace vyšších rostlin geobiocenózy daného typu můžeme s jistotou usuzovat na její antropogenní vegetační dynamiku, zejména když v ní klesá počet druhů. Při posuzování územních podmínek cenotické vyrovnanosti dřevinné složky přírodních lesů tedy musí rozhodnout nejen jejich výměra, ale i stav širšího okolí.

Přes četné výzkumy dosud nejsou sjednocené požadavky na minimální a optimální výměru ZCHÚ na lesních pozemcích, a to nejen z hlediska přírodních tvořivých sil, ale také jako přírodních objektů pro monitorování nenarušeného vývoje lesních společenstev. Za postačující výměru pralesní rezervace někteří autoři považují výměru 10–20 ha (NIEMENN 1968, ZLATNÍK

1968, SEIBERT, HAGEN 1974). Zlatník považuje 10 ha za postačující jen při zachování velkého komplexu přírodních lesů, který v širším okolí udržuje podobné stanovištní a porostní podmínky jako v rezervaci samostatné. Někteří autoři považují za vyhovující výměru 20–30 ha (SCAMONI 1953, GROSSER et al. 1967).

Za minimální hranici výměry rezervací udávají i někteří autoři 5 ha za předpokladu, že jde o stejnorodé stanovištní podmínky a o typologicky homogenní společenstva (GROSSER et al. 1967, NIEMANN 1968, SEIBERT, HAGEN 1974). Podle LEIBUNDGUTA (1970) jsou však časté i případy, že i lesní rezervace s menší výměrou (2 – 4 ha) jsou dobrou náhradou za již neexistující pralesy. ZLATNÍK (1968) připouští biocenologickou rezervaci s výměrou pod 5 ha jen v případě, kdy se v daném regionu zachovaly pouze poslední fragmenty společenstva s okolními silně změněnými porosty. Když je plocha zachovalého společenstva větší, tak se nelze spokojit s tak malou výměrou.

KORPEL (1989) za postačující výměru pralesovité rezervace považuje výměru, při které se příslušné společenstvo přírodního lesa může považovat za biologicky (růstově i vývojově) samostatnou, trvale dynamicky vyváženou jednotku původního pralesa. Při této výměře dlouhodobě zůstává přibližně stejný plošný podíl základních vývojových stadií, stejná průměrná zásoba a stejný běžný přírůst. Je tu zaručený trvalý koloběh živin, přičemž podstata a podoba pralesa zůstává přibližně stejná. V průběhu 40 let výzkumu pralesů na Slovensku Korpeľ došel k závěru, že postačující výměra pro vývojovou samostatnost a zaručenou trvalost v přirozených podmínkách prostředí je výměra nad 30 ha. Za optimální pro vývoj a trvalost pralesa považuje výměru nad 50 ha (KORPEL 1989). K podobným závěrům došli i JAWORSKI (1998), VACEK (2003), VACEK, SIMON, REMEŠ et al. (2007), kteří však uvádějí, že v antropogenních podmínkách prostředí, zejména pak pod výrazným vlivem imisí, je nutné tuto výměru i několikanásobně zvětšit.

Podle ŠINDELÁŘE (1984) má minimální výměra genových základů lesních dřevin dosahovat alespoň 100 ha, neboť u lesních částí menší rozlohy hrozí nebezpečí, že sprašováním dřevin původních ekotypů s okolními, často geneticky nevhodnými porosty budou vznikat nové dílčí populace intraspecifických hybridů. Genové základny jsou přitom často součástí maloplošných ZCHÚ, ale i mimo ně mohou chránit nejen lesní porosty, nepřímo i celé geobiocenózy. Tím se pro ochranu autochtonních druhů stávají mnohdy efektivnějším nástrojem než velmi malé rezervace.

Podle práce autorů MACKŮ, MÍCHAL (1990) se minimální výměra biocenter regionálního a vyššího významu pohybuje mezi 7 a 70 ha a liší se podle různých vstupních předpokladů, zejména podle stanovišti odpovídající přirozené druhové skladby a podle toho, zda se jedná o les hospodářský nebo o les zvláštního určení. Jako rámcové minimální výměry biocenter regionálního významu doporučují: v 1. a 2. LVS (dubovém a bukodubovém) 30 ± 10 ha, ve 3. a 4. LVS (bukodubovém a bukovém) 20 ± 5 ha, v 5., 6. a 7. LVS (jedlobukovém, smrkobukovém a

bukosmrkovém) 25 ± 5 ha a v 8. LVS (smrkovém) 40 ± 10 ha. V případě, že dochované porostní soubory zasahují do více lesních vegetačních stupňů, je nutno pro stanovení výměry jediného regionálně významného biocentra sčítat minimální výměry podle LVS. Za optimální prostorové uspořádání biocenter regionálního a vyššího významu považují jádrové území ZCHÚ, obklopené lesem zvláštního určení se statutem genové základny lesních dřevin o výměře alespoň 100 ha.

Dostačující výměra přírodních lesů schopných samovolného vývoje v maloplošných ZCHÚ v současných antropogenních podmínkách prostředí střeoevropské krajiny rozhodující mírou závisí na charakteru a stavu porostů rezervace i okolních porostů, na imisně ekologickém zatížení a na geografických podmínkách. V případě, že je pralesovitá rezervace obklopena porosty s přirozeným druhovým složením, které jsou obhospodařovány podle výběrných principů, může být plocha rezervace ponechaná samovolnému vývoji podstatně menší, než když je obklopena silně změněnými a poškozenými porosty s vysokým zastoupením nepůvodních dřevin. Na značně imisně ekologicky exponovaných plochách je potřebné buď zvětšit výměru vlastní rezervace, nebo vytvořit dostatečně široký ochranný pás (KORPEL 1989). Plochu pralesovitých rezervací však nelze bezdůvodně zvětšovat za hranici jejich minima až optima, protože by docházelo k výraznému omezování vlastnických práv a ke zmenšování výměry lesů využívaných k produkci ekologické suroviny.

Z uvedeného přehledu problematiky je zjevný teoretický i praktický význam kritického kvantitativního, popř. i semikvantitativního stanovení minimálního areálu přírodních lesů schopných autoregulace ve ZCHÚ. Je důležitý zejména pro plánování managementu v lesích ZCHÚ. Zájmy ochrany lesa, péče o genofond dřevin a druhovou ochranu fytoocenóz i zoocenóz, zájmy ochrany přirozených ekosystémů a péče o krajinu se zde stýkají a mnohdy i výrazně překrývají, a proto by logicky měly vyústit v koordinovaný společný postup, směřující k zajištění ekologické stability a biodiverzity krajiny.

7.2.2.3 Metodická východiska

Řešení bylo zaměřeno zejména na reprezentativní lesní ekosystémy (prvního, popř. i druhého stupně přirozenosti lesních porostů) v různých přírodních a regionálních podmínkách národních přírodních rezervací, přírodních rezervací a I. zón národních parků, a to zejména v Krkonoších, na Šumavě, v Jizerských horách, v Orlických horách, v Sudetském mezihoří, v Předhoří Orlických hor, v Polabí a v Českém krasu (cf. KUSBACH et al. 2002, NĚMEC, POJER eds. 2007).

Při analýze ekologických kritérií pro rozhodování o ponechání lesů spontánním procesům byly získávány poznatky o parametrech přirozených lesních ekosystémů, které si udržují nebo si za určitých podmínek mohou udržovat časově neomezenou životaschopnost. V centru naší pozornosti bylo zejména ekostabilizační působení lesních ekosystémů, jež spočívá i v jejich schopnosti odolávat účinkům škodlivých činitelů, tlumit vlivy škodlivých činitelů ve svém okolí a vyrovnávat vzniklé ekologické poruchy. Ekostabilizační účinky lesních ekosystémů jsou dány

především úplností, nenarušeností a velikostí lesních ekosystémů, tj. druhovou, ekotypovou, věkovou a prostorovou skladbou i plochou daného typu lesního systému v závislosti na okolním prostředí.

Při řešení byly využívány především obecné poznatky z ostrovní biogeografie a exaktní údaje o minimální velikosti, struktuře a vývoji přirozených lesních ekosystémů schopných autoregulace.

Dendroekologickou analýzou byly získávány poznatky především o tom, jaký je stav vybraných lesních ekosystémů ZCHÚ, jaké přírodní procesy v nich probíhají, popř. jak jsou narušovány nebo měněny vztahy uvnitř dřevinné složky ekosystému, tvořící jeho podstatu. Mnohé z těchto vztahů nejsou uspokojivě analyticky definovány ani pro přírodní či přirozené smrkové porosty, vyvíjející se bez vnějších rušivých vlivů. Taková šetření, sice základního významu, jsou z hlediska zaměření této práce okrajová, ale mnohdy neúnosná. Často bylo nutné, vzhledem k neúměrné časové náročnosti, je obejít tím, že kvantitativní kritéria byla nahrazena kritérii semikvantitativními, vyjadřujícími spíše vzájemné reakce mezi individui v jednotlivých populacích.

Terénní analýzy vycházely z dendroekologických reakcí jednotlivých druhů dřevin v rámci textury porostů. V rámci základních dendrometrických rozborů na vybraných plochách byly u všech individuí dřevin měřeny: tloušťka kmenů ve výši 1,3 m, ve dvou poloměrech na sebe kolmých, s přesností na 1 mm, výška stromů výškoměrem s přesností 0,5 m (pouze u vybraných jedinců podle stromových tříd). U ležících odumřelých stromů byla podle stejných zásad měřena jejich střední tloušťka a délka. Pro studium věkové struktury byly u vybraných jedinců odebrány vývrty Presslerovým nebozezem. Vývrty byly analyzovány na letokruhovém analyzátoru.

Zásadní metodický způsob semikvantitativního hodnocení dalších strukturních a morfologických znaků (cenotické postavení, olistění, stupeň uvolnění koruny, parametry zmlazení apod.) spočíval v dokonalosti jejich odhadu.

Pro vlastní diferenciaci ploch byl dále posouzen lesní typ, stupeň přirozenosti lesních porostů a stupeň poškození porostu.

Minimální velikost lesního ekosystému schopného samovolného vývoje byla odvozována a ověřována na základě následujících metod:

- nulového přírůstu,
- vývojových stadií,
- indexů diverzity dřevinného patra,
- maximálního věku dožití dřevin,
- značně prodlouženého obmýtí v lese normálních věkových stupňů.

- **Metoda nulového přírůstu** vychází ze skutečnosti, že v autoregulačně se vyvíjejících přírodních lesích přiroste přibližně tolik biomasy, kolik jí odumře. Pro zjišťování dřevní biomasy bylo použito standardních kontrolních metod. Přírůst se vypočítal jako zásoba živá konečná – zásoba živá počáteční – odumřelá biomasa ($V = V_k - V_p - V_d$). Při dostatečné výměře porostů a za předpokladu neodklízení odumřelého dřeva by přírůst měl být „nulový“.
- **Metoda vývojových stadií** je postavena na předpokladu, že v autoregulačně se vyvíjejících přírodních lesích by měla být zastoupena všechna vývojová stadia (dorůstání, optima, dožívání). Podle empirických poznatků prof. Jaworského (ústní sdělení 1999) jsou karpatské přírodní lesy schopné samovolného vývoje, když jsou zde jednotlivá vývojová stadia zastoupena minimálně 20krát (optimálně 30krát).
- **Metoda indexů diverzity** dřevinného patra vychází z poznatků, že struktura sukcesně vyspělého lesa závisí především na světelných nárocích dřevin, podléjících se na jeho specifické výstavbě. Ta se projevuje na porostní diverzitě:
 - strukturální (na počtu vrstev a jedinců v jednotlivých vrstvách),
 - druhové (na počtu dřevin, trvale se účastnících na porostní výstavbě).
 Pro životaschopnou populaci dřeviny je třeba větší plocha:
 - při větším počtu vrstev v porostu (při shodných světelných nárocích dřevin se nutně snižuje počet jedinců v každé etáži),
 - při větším počtu dřevin (snižuje se počet jedinců každého druhu ve směsi na jednotku plochy).

Minimální plošné nároky na životaschopnost populace bude mít stinná dřevina, tvořící nesmíšené vrstevnaté porosty.

$$\text{Diverzita strukturální, ISD} = \frac{\text{maximální počet etází}}{\sqrt{\text{střední výška hlavní dřeviny ve věku 100 let}}}$$

$$\text{Diverzita druhová, IDD} = \frac{\text{počet druhů dřevin}}{\sqrt{\text{počet kmenů na 1 ha na konci stadia optima}}}$$

Tyto hodnoty slouží jako srovnávací základ pro výpočet minimálního areálu lesního ekosystému schopného autoregulace.

- **Metoda maximálního věku dožití dřevin** vychází z předpokladu, že minimální areál nestejnověkého přírodního lesa by měl svým zastoupením vývojových stadií tvořit analogii s normální hospodářskou skupinou podrostního lesa s „mýtním věkem“, odpovídajícím maximálnímu průměrnému věku dožití hlavní dřeviny. Přitom musí být

splněna podmínka, že jednotlivá porostní stadia se na výstavbě rezervace podílejí plochou, úměrnou jejich trvání v celém vývojovém cyklu hlavní dřeviny.

Hledaný teoretický minimální areál se zastoupením všech věkových stupňů dostaneme vynásobením plochy zaujaté 100 – 300 stromy na konci stadia optima (tj. ca maximální plošné stadium rozpadu) a předpokládaným počtem věkových stupňů úplného vývojového cyklu (výsledná hodnota násobená 1 – 3 podle podmínek prostředí).

- **Metoda značně prodlouženého obmýtí v lese s normálním zastoupením věkových stupňů** vychází z představy, že plochy minimálního areálu schopného samovolného vývoje lze odvodit pro jednotlivé SLT nebo i LT normálního lesa jako sumu ploch dřevin přirozené skladby (PRŮŠA 1986) takto:
 - plocha dřeviny = počet věkových stupňů × velikost skupiny × zastoupení dřeviny v desetinách plošného podílu,
 - plocha minimálního areálu = suma ploch dřevin lesa přirozené skladby.

Vzhledem ke specifickým podmínkám v lesích našich ZCHÚ použití jedné metody často nevedlo k reálnému výsledku, většinou bylo nutné užití různé kombinace popsaných metod.

Při řešení problematiky optimalizace strukturálních parametrů lesních ekosystémů tak, aby byly schopny samovolného vývoje, byly využívány standardní metodické postupy. Přirozená druhová skladba byla posuzována podle PRŮŠI (1986) s případným zpřesněním v rámci přírodních lesních oblastí na základě současných poznatků lesnické typologie a historického průzkumu. Textura porostů je jednak hodnocena koeficienty agregace (CLARK, EVANS 1954) a podle texturních kritérií uváděných Mayerem (MAYER 1976).

7.2.2.4 Minimální areál diferencovaně podle podmínek prostředí

Při rozsáhlých terénních šetřeních v Národním parku Šumava, v Krkonošském národním parku, CHKO Broumovsko, CHKO Jizerské hory, CHKO Orlické hory, CHKO Český kras, v Předhoří Orlických hor a Polabí bylo zjištěno, že žádná z popsaných metodik není z mnoha příčin v podmínkách současného stavu našich chráněných území v původní verzi použitelná. Tyto metodiky byly vypracovány zejména pro lesní ekosystémy v přirozených podmínkách prostředí, resp. pro pralesy (zejména v Karpatech), některé z nich nebyly experimentálně ověřeny v praxi, a tedy poskytovaly neadekvátní výsledky. Problematická použitelnost těchto metodik je dána zejména nedostatečnou velikostí většiny stávajících ZCHÚ s víceméně výraznými odchylkami od jejich přirozené druhové, věkové i prostorové skladby, sníženým odolnostním potenciálem těchto porostů a nepřiměřenými způsoby obhospodařování (často se jedná či jednalo i o dlouhodobé narušování spontánních procesů).

Proto byly hledány postupy, jak tento metodicky velmi náročný úkol stanovení minimálního areálu lesních ekosystémů zajistit. Po četných konzultacích s předními odborníky na strukturu a

vývoj přírodních lesních ekosystémů (zejména s prof. Korpelem, prof. Jaworským a Ing. Průšou) byla zvolena metodika vycházející ze zastoupení věkových stupňů. Vycházela z následující úvahy:

- plocha minimálního areálu = suma ploch jednotlivých dřevin přirozené skladby,
- plocha dřeviny = počet věkových stupňů × optimální (více méně největší) velikost skupiny ve věkovém stupni (redukována zastoupením dané dřeviny) × nezbytný počet opakování pro zajištění ekologické stability (pro stupeň přirozenosti lesních porostů 1 bylo terénním testováním zvoleno opakování 3krát a pro stupeň 2 opakování 4krát).

Počet opakování vývojových stadií či fází pro zajištění funkční vyrovnanosti a ekologické stability vycházel z výsledků testování odolnostního potenciálu v daných stanovištních a porostních podmínkách, zejména z úrovně antropogenní zátěže.

Plocha minimálního areálu se značně liší pro přirozené podmínky prostředí a pro různé imisně ekologické a porostní podmínky. V Tab. 2 je proto uvedena pro:

- přirozené podmínky prostředí,
- stávající imisně ekologické podmínky prostředí s relativně funkčními porosty v okolí posuzovaného ZCHÚ, které neskýtají vážné riziko jejich ohrožení, (plocha minimálního areálu se v tomto případě = ploše minimálního areálu pro přirozené podmínky prostředí × 2),
- stávající imisně ekologické podmínky prostředí s minimálně ekologicky funkčními porosty v okolí posuzovaného ZCHÚ, a to např. z důvodu: značného výskytu holin, expanze hmyzích škůdců apod. (plocha minimálního areálu v tomto případě = ploše minimálního areálu pro stávající imisně ekologické podmínky prostředí s relativně funkčními porosty v okolí posuzovaného ZCHÚ × 1,5).

Konkrétní výsledky ploch minimálních areálů na základě terénních šetření jsou podle NP, CHKO či PLO a rostlinných formací uvedeny v Tab. 10.

Minimální areály byly odvozeny pro plochy s přibližně kruhovým, čtvercovým a obdélníkovým (poměr stran max. 1 : 3) tvarem. U území s charakterem pruhu je třeba plochu minimálního areálu pro dané podmínky prostředí dále zvětšit (při poměru stran 1 : 4–6 cca 1,5krát; při poměru 1 : 7–10 cca 2krát; tvary s poměrem stran vyšším než 1 : 10 nejsou vhodné pro ponechání lesů samovolnému vývoji z důvodu značného podílu ekotonálních efektů).

Navržená a výzkumně ve vybraných porostech ZCHÚ ověřovaná metodika stanovení minimálního areálu porostů schopných samovolného vývoje je jedním z možných metodických přístupů k řešení tohoto metodicky velmi náročného úkolu. Pro relativně přirozené podmínky prostředí se minimální areály pro ZCHÚ semknutých tvarů pohybují v rozmezí 10–62 ha, pro stávající ekologické podmínky prostředí s relativně funkčními porosty v okolí posuzovaných ZCHÚ v rozmezí 21–124 ha a pro stávající imisně ekologické podmínky prostředí s relativně

nefunkční porosty v okolí studovaných ZCHÚ v rozmezí 31–185 ha. Ve smrčinách se plochy minimálních areálů v závislosti na podmínkách prostředí v průměru pohybují mezi 41–137 ha, ve smíšených smrkobukových a jedlobukových porostech mezi 28–94 ha, v bučinách mezi 17–97 ha, v doubravách mezi 10–58 ha, v habrových doubravách mezi 16–48 ha, v lužních lesích mezi 17–51 ha a v reliktních borech mezi 35–105 ha. Získané rámcové výsledky odvozených minimálních areálů z 36 lokalit (diferencovaně podle rostlinných formací, stanovištních a porostních podmínek prostředí) je potřebné dále ověřit a doplnit na větším spektru ZCHÚ v různých PLO.

Rostlinná formace		Počet lokalit	Minimální areál (ha)					
			přirozené podmínky prostředí		imisně ekologické podmínky prostředí			
					funkční porosty v okolí ZCHÚ		nefunkční porosty v okolí ZCHÚ	
rozpětí	průměr	rozpětí	průměr	rozpětí	průměr			
Smrčiny	pod horní hranicí lesa	2	29–62	46	58–124	91	88–185	137
	na mimořádně nepříznivých stanovištích	4	37–44	41	73–87	82	110–131	122
Smrkobukové porosty	acidofilní	1	28	28	56	56	84	84
	květnaté	1	28	28	56	56	85	85
Jedlobukové porosty	acidofilní	4	30–32	31	59–64	62	89–96	94
	květnaté	2	25–27	26	51–56	54	76–83	80
Bučiny	acidofilní	4	23–46	32	47–92	65	70–138	97
	květnaté	5	12–20	17	24–40	33	36–60	50
Suťové lesy		3	19–27	24	39–54	48	58–80	71
Doubravy	acidofilní	1	10	10	21	21	31	31
	borové	1	19	19	38	38	58	58
Dubová olšina		1	16	16	33	33	49	49
Doubrava habrová		2	12–20	16	24–40	32	37–59	48
Lužní lesy		3	14–20	17	29–39	34	43–59	51
Reliktní bory	roklínové	2	22–48	35	44–96	70	60–144	105

Tabulka 10: Odvozené plochy minimálního areálu pro jednotlivé typy lesních ekosystémů (VACEK 2003).

7.3 Dílčí závěr pro management

V lesích se zvýšeným zájmem ochrany přírody v ČR, především pak v maloplošných zvláště chráněných územích („m“ZCHÚ), v I. zónách CHKO a v I. i II. zónách národních parků, však uplatňování systémů trvale udržitelného obhospodařování lesů nestačí (VACEK, PODRÁZSKÝ 2000a). Posláním těchto území je totiž uchování přírodních hodnot nebo zlepšování současného stavu jejich antropogenně ovlivněného prostředí pomocí diferencované přírodě blízké péče či přírodě blízkého managementu lesních ekosystémů (cf. MOUCHA 1999). Ten maximálně využívá spontánních procesů a podle jejich stavu postupně omezuje cílevědomé vklady přídatných energií do biologických procesů. Na rozdíl od trvale udržitelného obhospodařování lesů přírodě blízké způsoby péče kladou značný důraz na autochtonnost porostů, tj. nejen na druhovou, ale i ekotypovou skladbu, dále i na přirozenou věkovou a prostorovou strukturu při plnění celého spektra mimoprodukčních funkcí (VACEK 1999a).

Diferenciace přírodě blízké péče o lesní ekosystémy vychází ze stanovištních podmínek, skladby porostů (druhové, genetické, věkové a prostorové), jejich odolnostního potenciálu a provozních možností s ohledem na plnění mimoprodukčních funkcí (VACEK, PODRÁZSKÝ, SOUČEK 1998). Určitým modelem proto jsou zbytky původních, přírodních i přírodě blízkých lesů, které jsou posledními homeostatickými články středoevropské krajiny se značnou biodiverzitou a většinou i ekologickou stabilitou. Tyto lesy jsou potenciálně nenahraditelnou složkou ekologické infrastruktury naší krajiny a tomu by měla odpovídat především jejich struktura, zdravotní stav a systémy polyfunkčního obhospodařování či péče o lesní ekosystémy. Při nich by měly být v maximální možné míře cílevědomě využívány přírodní procesy (přirozená obnova, autoredukce atd.) a zejména pak poznatky o autoregulaci.

Z hlediska pěstebního managementu se jedná zejména o účelné využívání světla a stínu diferencovaně podle dřevin, porostních a stanovištních poměrů. To je typické zejména pro stadium dorůstání v klimaxových lesních porostech, kde je nejvíce využíván růstový prostor dřevinnou složkou ekosystému k produkci biomasy. Mají-li být proměny světla a stínu při managementu lesních ekosystémů využity k autoregulaci produkce, resp. struktury a vývoje lesních porostů, tak smí být světlo vpuštěno do porostního nitra jen na malých plochách, které by byl ekosystém schopen autoregulačními procesy zacelit ještě v rámci stávajícího malého vývojového cyklu lesa (Obr. 55). Pokud tomu tak není, tak vždy dochází k určitým odbočkám vývoje od lesa závěrečného k lesu přípravnému. Tento požadavek je třeba uplatňovat především v sukcesně vyspělých lesích klimaxových dřevin, v nichž regulace světla a stínu obvykle probíhá prostřednictvím střední porostní vrstvy. Někteří její jedinci si zde uchovávají vysokou růstovou energii a rychlým zvětšováním objemu svých korun uzavírají vzniklé mezery v horní porostní úrovni.



Obr. 55: Přírodě blízké obhospodařování lesů prováděné výběrem jednotlivých stromů v bukosmrkovém porostu v Krkonošském národním parku (foto: O. SCHWARZ).

Směry přiblížení k přírodnímu či k přírodě blízkému lesu nejsou vázány na žádné hospodářské schéma, na žádný úzce vymezený postup. V zásadě je možný clonný, skupinovitý, do určité míry i násečný a výběrný postup. Jde tedy o pružný způsob hospodaření na ekologických základech,

vyhovující daným růstovým podmínkám a sledující dodržování základních principů, zajišťujících ekologickou stabilitu a biodiverzitu, tj. ekologickou trvalost a vývojovou vyrovnanost lesních ekosystémů (cf. VACEK 1999b).

Záchranu a obnovu původní biodiverzity jako základní požadavek obnovy stability lesních ekosystémů v ČR často nelze ponechat pouze na přírodních procesech. Přírodní procesy je mnohdy nutné usměrňovat nebo urychlovat vnášením chybějících stanovištně vhodných druhů místního původu s ohledem na změny půdního prostředí a s nimi související změny kompetičních vztahů. Důvodem pro lidskou intervenci je především destrukce původní biodiverzity lesních ekosystémů způsobená hospodařením zejména v posledních čtyřech stoletích, stávající imisně ekologická situace i globální klimatické změny. Je nutné pokračovat i v bránění šíření invazních geograficky nepůvodních druhů rostlin. Za důležitý prvek zvyšování biodiverzity a stability lesních ekosystémů je považováno ponechávání souší a tlejícího dřeva.

Obnova biodiverzity lesních ekosystémů se opírá především o důslednou podporu přírodních procesů a v případě umělé obnovy o využívání reprodukčního materiálu původem z autochtonních populací lesních dřevin.

8 PŘÍRODĚ BLÍZKÉ HOSPODAŘENÍ V LESÍCH A TVORBA BOHATĚ STRUKTUROVANÝCH LESŮ

Současný systém trvale udržitelného obhospodařování lesů není vázán na žádné hospodářské schéma, na žádný úzce vymezený postup či obnovní formu. V zásadě je možný clonný, skupinovitý, do určité míry i násečný a výběrný postup a v ojedinělých případech (například v přirozených borech a v lužních lesích) též maloplošný holosečný postup. Proto je potřebné si jednotlivé hospodářské způsoby v kontextu trvale udržitelného obhospodařování lesů alespoň stručně připomenout. Jde tedy o flexibilní způsob hospodaření postavený na ekologických základech, vyhovujících daným stanovištním a porostním podmínkám prostředí a sledující pouze dodržování základních principů, zajišťujících ekologickou stabilitu a trvalost lesních ekosystémů (cf. POLENO, VACEK et al. 2007a, 2007b, 2009, VACEK, SIMON, REMEŠ et al. 2007).

Kromě pojmu přírodě blízké pěstování lesů (close to nature silviculture – HAVERAAEN 1995, close-to-nature forestry – MLINŠEK 1996) jsou používány i jiné termíny, např. ekologicky orientované pěstování lesů (ecologically oriented silviculture – FRIVOLD 1992, ecologically sound silviculture – POLENO 1993, 1994), pěstování lesů zaměřené na diverzitu (diversity oriented silviculture – LÄHDE et al. 1999), přírodně orientované pěstování lesů (nature oriented silviculture – KOCH, SKOVGAARD 1999). V českých zemích se také vžil termín ekologicky oprávněné pěstování lesů (THOMASIUŠ 1992 – Ökogerechte Forstwirtschaft: „*Strategie hospodaření v lesích, kdy les je chápán a posuzován jako ekosystém a je optimálně využíváno přírodních sil a ekologických zákonů tak, že les může trvale plnit žádoucí funkce (produkce dřeva, ochrana prostředí, zdravotní a rekreační efekty aj.)*“.

Z uvedeného vyplývá, že existuje velké množství pojetí a přístupů, které je možné zařadit do systému přírodě blízkého hospodaření v lesích. Tento systém je velice flexibilní a v podstatě nemá žádné pěstební směrnice. Jak zdůrazňuje OTTO (1995), pro přírodě blízké hospodářství je „*nezbytné stanovení pouze základních cílových představ formou cílových obrazů, vlastní pěstební cesty přitom zůstávají otevřené a vědomě variabilní*“.

8.1 Hospodářský způsob podrostití

Hospodářský způsob podrostití je podmíněn obnovou pod ochranou (clonou) mateřského těženého porostu. Jeho podstatou je použití různých variant a kombinací clonných sečí, kdy záměrným a postupným snižováním zápoje obnovovaného porostu se vytváří optimální podmínky pro nasemenění, ujmoutí se a odrůstání náletu a nárostu (popř. podsíjí a podsadeb). Mateřský porost se domycuje ve fázi zajištěných nárostů.

Tento hospodářský způsob však není jednoznačně definován, poněvadž shrnuje několik hospodářských forem. Patří sem bezesporu hospodářský postup využívající seč clonnou. I ta však má celou řadu forem a modifikací, zejména s ohledem na:

- a) plošný rozsah seče – velkoplošná, maloplošná,
- b) časový průběh seče – krátkodobý, dlouhodobý (až s přechodem do permanentní výběrné seče),
- c) plošné rozmístění těžebního zásahu – pravidelné, nepravidelné,
- d) počet fází (zásahů) seče – od dvou výše (až s přechodem do početné neomezené výběrné seče).

Patří sem proto i obnovní postup s uplatňováním výběrů, jak o něm pojednává zákon o lesích (§ 31, odst. 3). Ze smyslu znění tohoto ustanovení zákona je zřejmé, že nejde o těžební postup ve výběrném lese (jak by se mohlo zdát), ale o jednotlivý výběr stromů výběrovou sečí při zachování velmi dlouhé doby obnovní v lese pasečném. Tento obnovní postup je něco zcela jiného než seč clonná, jak to konečně vyplývá i ze znění zákona (clonné seče a výběry). Nelze jej však ztotožňovat ani s hospodářským způsobem výběrným.

Podrovní způsob hospodaření byl a je u nás chápán jako vysloveně česká modifikace, vycházející pojmově i obsahově ze znění lesního zákona č. 166/1960 Sb. (§ 36), kde bylo stanoveno, že základním hospodářským způsobem je způsob „maloplošný pasečný (podrovní)“ s obnovou přirozenou, umělou nebo smíšenou. Tomuto ustanovení odpovídá i navazující zákonné omezení použití holých sečí, širších než průměrná výška porostu a delších než desetinásobek této výšky.

Uvedené označení základního hospodářského způsobu nutně svádí k chybné představě, že v závorce uvedený termín „podrovní“ je ekvivalentem maloplošného způsobu pasečného. Tak tomu však není – termín „podrovní“ označuje pouze jeho optimální formu, je tedy pojmově mnohem užší. V důsledku tohoto chybného pojetí mělo podrovní hospodářství u nás četné modifikace, z nichž některé ani podrovním nebyly, byly však způsobem maloplošným pasečným (např. způsob kotlíkový i násečný). Podrovní hospodářství se vyvíjelo vlastně za pochodu, takže mu chyběla ve většině případů hlubší teoretická propracovanost (o níž se pokusili zejména ČÍŽEK, STONE 1963; ČÍŽEK 1969, 1977; MEZERA 1963; POLENO 1967). K sjednocovacím prvkům patřil zejména důsledný odklon od holých sečí, maloplošná obnova lesa a dodržování odpovídající druhové skladby lesa. Značnou komplikaci pro zdárný rozvoj skutečně podrovního hospodářství představovaly v té době zvýšené těžby dřeva, které vedly velice často k předčasnému začátku obnovy lesa a k prořezávání porostů.

I když maloplošný hospodářský způsob pasečný nedodržoval ještě všechny zásady ekologického hospodaření, tj. chybělo zejména uplatňování výběrných principů (LEIBUNDGUT 1946) a přístup k lesu jako ekosystému, přece jen se těmto ekologickým zásadám velmi přibližoval, zejména v nejjemnějších podrovních formách považovaných mnohdy již za výběrný les. Zásluhou neobjektivní kritiky, která nesledovala zlepšení hospodaření v lesích, ale především vytvoření podmínek pro rozšíření možností mechanizace těžebních prací, byl tento jemný způsob hospodaření odmítnut a právní úprava z roku 1977 zvrátila vývoj opět k holým sečím (3–5 ha),

bez jakéhokoliv omezení stanovištními podmínkami a bez ohledu na růstové podmínky následného porostu.

Další formy podrostního hospodářství jsou:

- A. **Velkoplošná clonná seč** (HARTIG 1808, 1831; HEYER 1854) při tomto hospodaření se obnovují porosty na celých velkých plochách, často celé porosty až oddělení. Postupuje se pravidelným prosvětlováním, sleduje se především přirozená obnova dosahovaná naráz v jednom semenném roce, a to zejména v bukových porostech. Po zajištění náletů se poměrně rychle (s ohledem na možnost snížení škod těžbou a vyklizováním) v několika málo sečích porost domýtlí (opět rovnoměrným výběrem stromů po celé ploše).

V klasické formě se provádějí celkem 4 seče:

- seč přípravná, která sleduje zejména péči o koruny stromů výběrem méně kvalitních jedinců, podporu semenění a přípravu půdy pro nálety (mineralizaci povrchového humusu).
- seč semenná se provádí v semenném roce po opadu semene rovnoměrným prosvětlením po celé ploše (na zakmenění asi 0,6–0,7), s ohledem na růstové podmínky (pozdní mrazy, možnost zabuřnění apod.),
- seč prosvětlovací (uvolňovací), prováděná nejdříve za dva roky sleduje podporu růstu náletů. Někdy se provádí tato seč nadvakrát (v období 10 let),
- seč domýtná znamená vyklizení zbytku porostu nad zajištěnými nálety (nárosty); je to nejrizikovější fáze clonné seče, poněvadž na velkých plochách dochází k značnému poškození náletů; mezery se pak vylepšují (nejčastěji modřínem, popř. javorem klenem nebo jilmem horským).

Velkoplošná clonná seč má jedinou přednost – zajištění přirozené obnovy v jednom semenném roce na velkých plochách, což hraje určitou roli u dřevin s dlouhou periodicitou plodnosti, především u buku. Nevýhod je více – vznikají stejnověké nesmíšené porosty, v případě nezdaru přirozené obnovy zabuřnění půdy na těchto velkých plochách. I když je přirozená obnova úspěšná, vznikají značné škody na nárostech při těžebních pracích. Slunné dřeviny jsou z obnovy vyloučeny. Proto se od ní již upustilo. Určitou modifikací jsou:

- B. **Okrajová clonná seč**, kdy se obnova zajišťuje postupně od okraje clonnými pruhy. Touto sečí je možno obnovovat všechny dřeviny ve čtyřech shora uvedených fázích. Pro stinné dřeviny je tento postup příliš pomalý (prodlužuje nadměrně obnovní dobu porostu).
- C. **Pruhová seč clonná**, používaná při obnově rozsáhlých porostů, které je nutno vzhledem k přiměřené obnovní době rozčlenit na více pracovních polí, v nichž se pracuje současně.

Výhodná je především pro stinné dřeviny (jedle, buk). Pracovní postup je jinak stejný jako u okrajově clonné seče.

- D. **Skupinovitá seč clonná.** Obnovním prvkem jsou skupiny (různé velikosti) založené uvnitř mateřského porostu (clonné kotlíky). Po úplném uvolnění nárostů v dané skupině se uplatňuje další postup clonnou sečí (počínaje sečí semennou) po obvodu kotlíku. Kotlíky se zpravidla umísťují v porostu v určitém systému, aby se v dalším postupu spojily v žebro. Tento obnovní postup by v celém porostu trval příliš dlouho, a proto se zpravidla kombinuje s jinou sečí. Tato seč umožňuje vznik nestejnověkých a zpravidla i smíšených porostů, poněvadž v první fázi se do porostů jehličnatých zpravidla vnášejí buky a jedle (výsadbou).
- E. **Pomístně skupinovitá clonná seč (Femelschlag).** Liší se od skupinovité seče clonné tím, že se nedodržují v celém porostu uvedené clonné seče (určitá pravidelnost a rovnoměrnost zásahů); zásahy naopak jsou úmyslně nepravidelné, poněvadž se důsledně sleduje výběrný princip, tj. snaha o trvalé zvyšování a zlepšování organické produkce. V porostu tak vznikají jednotlivým výběrem stromů různé husté skupiny, s různou dobou nástupu obnovy lesa. Obnovní doba je zpravidla dlouhá, nikoliv nepřetržitá.

Obnovní postup formou pomístně skupinovitě clonné seče je v podstatě znám již déle než 100 let – od doby působení GAYERA, který své pokrokové myšlenky a praktiky publikoval zejména v letech 1886 a 1895. Tento významný samostatný hospodářský způsob není u nás dosud osamostatněn.

Přispívá k tomu i skutečnost, že se tento hospodářský způsob vyvíjel (na základě Gayerových principů) více či méně samostatně ve třech různých zemích, které jej podle svých představ do určité míry modifikovaly. Rozlišuje se proto:

- **bavorský způsob**, který si nejvýrazněji zachovává skupinovitý charakter, s určitými částmi porostu dosud zapojenými, do nichž se obnovní prvky vkládají postupně později; obnovní doba trvá asi 30 let,
- **švýcarský způsob** má již více výběrový a zušlechťovací charakter, i když skupinovitě či hloučkovitě rozmístění stromů není zcela potlačeno; obnovní doba je delší než u bavorského způsobu,
- **bádenský způsob** má již více charakter jednotlivého výběru, a proto ve stadiu pokročilé obnovy vyvolává dojem výběrného lesa. Cílem pěstování je dosažení tlustého vysoce jakostního dřeva. Odmítá se proto jakýkoliv prostorový pořádek v porostech, který by narušoval výběr stromu k tomuto cíli. Přirozená obnova je tak spontánní, že škody po těžbě rychle mizí. Pouze na delších a strmějších svazích se bere ohled na možnosti provádění těžby a vyklizování. Těžební postup se vyvíjí pozvolna z výchovy porostů a poskytuje hospodáři velkou pěstební volnost. Uplatňuje se zejména ve Schwarzwaldu, kterému dodává mimořádný lesnický svéráz.

V ČR se zpravidla tento významný hospodářský způsob zařazuje pod velice široký pojem podrostitního způsobu. Někdy se však také zařazuje jako clonný způsob hospodaření, jindy jako

způsob skupinovitý, někdy dokonce jako výběrný. Ve vysokoškolské učebnici (KORPEL et al. 1991) se bavorský „Femelschlag“ označuje jako skupinovitě clonná obnova, bádensky „Femelschlag“ je označen jako bádenská clonná seč a švýcarský „Femelschlag“ jako obnova ve skupinovitě výběrném lese. Naše dřívější ČSN 48 0000 Názvosloví v lesním hospodářství (1964) používá jako český ekvivalent k německému termínu „Femelschlag“ výběrná seč; to však podle Lesnického naučného slovníku (II, 1995) je „seč vlastní hospodářskému způsobu výběrnému“. Německý termín „Femelschlag“ svou druhou částí (schlag) ovšem vyjadřuje příslušnost k pasečnému způsobu hospodaření, „Femelschlagbetrieb“ je v německé odborné literatuře zcela jednoznačný a přesně definovaný pasečný způsob hospodaření, vedle způsobu holosečného (Kahlschlagbetrieb), clonného (Schirmschlagbetrieb), a násečného (Saumschlagbetrieb). Proto používáme jako český ekvivalent termínu Femelschlag označení „pomístně skupinovitě clonný způsob“.

Proto také MAYER (1977) konstatuje, že v první čtvrtině 20. století se ve Švýcarsku zpravidla ještě nerozlišoval pomístně skupinovitě clonný způsob hospodaření (Femelschlagbetrieb) od skupinovitě výběrného hospodářství (Plenterbetrieb). Teprve po roce 1925 se začal pomístně skupinovitě clonný způsob ve Švýcarsku zřetelně odlišovat od hospodářského způsobu výběrného a hlavně zásluhou LEIBUNDGUTOVOU (1946, 1949) byl zařazen jako samostatný hospodářský způsob.

Leibundgut tehdy napsal: *„I když se les výběrný (Plenterwald) a pasečný les vytvářený skupinovitou sečí výběrnou (Femelschlag) od dob GAYERA (1880) postupně stále přibližovaly, jsou rozdíly mezi nimi dnes větší a především jasnější než dřív, takže na nějakou syntézu je sotva možno pomyslet“*. Tato okolnost nebyla u nás dostatečně vzata na vědomí, a proto zde přežívá přesvědčení, že ve Švýcarsku převažují výběrné lesy. Pravdou však je, že Švýcaři sami odhadují podíl výběrných lesů na 7 – 10 %, zatímco převládajícím způsobem hospodaření je způsob pomístně skupinovitě clonný (Flemelschlag).

V této souvislosti je možno ocitovat špičkového znalce výběrných lesů – AMMONA (1944), který k rozlišování pasečného lesa se pomístně skupinovitě clonným obnovním postupem (Femelschlag) a lesa výběrného uvádí: *„Ve zmlazovacích třídách pasečného lesa se skupinovitou výběrně pasečnou obnovou je možno příležitostně najít části lesa, které se natolik podobají lesu výběrnému, že by bylo možno je celkem organicky do výběrného lesa začlenit. O výběrném lese tu však není možno hovořit, poněvadž výběrný charakter je pouze přechodný a dalším typicky pasečným postupem se opět ztratí. Na druhé straně se v komplexu výběrného lesa zase najdou porostní části, pocházející ještě z dřívějšího odlišného způsobu hospodaření, nebo zaviněné přírodními událostmi, které by se samy od sebe hodily do pasečného lesa. Tento odlišný nevýběrný charakter je tu však pouze náhodnou místní výjimkou, která je pro lesního hospodáře nežádoucí. Vývoj proto bude spět dál k výběrnému lesu, takže by bylo chybou nepřiznat této části charakter výběrného lesa.“*

Poněvadž přání je často otcem myšlenky, považují se nezdědka tyto dočasné etážové porosty s věkově značně diferencovanou spodní etáží zcela chybně již za výběrný les. V tomto smyslu chyboval i náš vynikající praktický lesník KONIAS (1951, 1952) a někteří jeho následovníci. Největší terminologický zmatek však v severním Německu vyvolal svými nepřesnými formulacemi MÖLLER (1920, 1921, 1922), otec ideálu **lesa trvale tvořivého** (Dauerwald), který zde byl ztotožňován s lesem výběrným. Není možné zacházet do podrobností o tomto svérázném způsobu hospodaření, uplatňovaném v borových lesích severního Německa (zejména na hospodářských celcích Bärenthoren a Hohenlübichow). Je nutné upozornit proto pouze na detailní a plastickou analýzu Möllerových myšlenek, jejich historicky a vývojově daného pozadí, ale současně i protiargumentů jeho významných kritiků, kterou podali např. HEYDER (1986) a HUSS (1977, 1992).

Uvedené terminologické nepřesnosti se pokusil překonat THOMASISUS (1992), který podle skutečnosti pojal les trvale tvořivý mnohem širěji a definoval jej jako les bezholosečný, v němž rozdílná vývojová stadia zajišťující trvalost lesního ekosystému nejsou rozmístěna na základě způsobu hospodaření do prostorově oddělených částí lesa, ale jsou časově i prostorově promísená (vedle sebe nebo nad sebou) v jedné základní hospodářské jednotce (porostu). Les trvale tvořivý je proto systematicky nadřazen lesu výběrnému a Thomasius jej dělí na:

- **les trvale tvořivý, složený ze slunných dřevin** (vývojová stadia jsou umístěna převážně vedle sebe, mohou však být po určitou dobu v silně prosvětleném starém porostu umístěna i nad sebou),
- **les trvale tvořivý, složený ze stinných dřevin** (vývojová stadia jsou umístěna převážně nad sebou) – **les výběrný**.

8.2 Hospodářský způsob holosečný

Hospodářský způsob holosečný je charakterizován obnovou lesních porostů, která probíhá na jednorázově vytěžených holosečích, jejichž šířka přesahuje výšku obnovovaného porostu. Velikost holých sečí je v České republice omezena zákonem (zpravidla do 1 ha při šířce do dvojnásobku výšky mýceného porostu). V odůvodněných případech může orgán státní správy lesů povolit výjimku ze stanovené velikosti nebo šířky holé seče.

I když varianty holosečné obnovy nejsou tak bohaté jako obnovy clonné, je nutno v každém případě vydělit **formu velkoplošnou a maloplošnou**. Kritériem pro rozdělení těchto dvou forem holosečného hospodářství by měla být ekologická hlediska – maloplošná holoseč by neměla být větší, než kam sahá významný boční vliv obnovovaného porostu. Tomuto požadavku v zásadě odpovídá ustanovení našeho lesního zákona o maximální velikosti holoseče (§ 31, odst. 2). Kromě plošného kritéria (1 ha) je zde uplatněno i zmíněné ekologické hledisko na maximální šířku holoseče – na exponovaných stanovištích (hospodářských souborech) na průměrnou výšku obnovovaného porostu a na ostatních stanovištích na dvojnásobek průměrné výšky. Takováto

holoseč může být považována za maloplošnou. Všechny větší holoseče (výjimky z ustanovení zákona) jsou pak velkoplošnými holosečemi.

Holosečné hospodářství je těsně spojeno s počátkem výsadby jehličnatých dřevin ke konci 18. století a představuje reakci na tehdy rozšířené nijak neregulované a nešetrné využívání lesů. Předcházející porosty byly většinou dosud autochtonní – i když špatně obhospodařované – převážně listnaté. Po provedené holoseči však následovala zpravidla výsadba jehličnatých dřevin; zpočátku převážně borovice, později pak smrk. Poněvadž holá seč poskytuje značné technické možnosti, je snadno zvládnutelná a pro mnohé dřeviny vytváří i dobrou výchozí situaci, stal se holosečný hospodářský způsob brzy nejdůležitějším hospodářským postupem (což do určité míry platí dodnes).

Holoseč znamená na dané ploše (buď celého porostu nebo jeho části) všechny stromy zmýtit buď naráz, nebo několika málo sečemi následujícími po sobě v krátkých intervalech. Tím postižená plocha ztrácí charakter lesa; čím větší je plocha holoseče, tím výrazněji vystupují ekologické podmínky nelesní půdy.

Náš současný platný lesní zákon (289/1995 Sb.) proto v § 31 stanoví některá **omezení pro holosečné hospodářství**:

- Při mýtní těžbě úmyslně nesmí **velikost holé seče** překročit plochu **1 ha** a její šíře shora uvedený rozměr (v závislosti na stanovišti); v odůvodněných případech může orgán státní správy lesů povolit **výjimku**:
- v hospodářském souboru přirozených borových stanovišť na písčitých půdách (**CHS 13**) a v hospodářském souboru přirozených lužních stanovišť (**CHS 19**) **do velikosti 2 ha**, bez omezení šířky,
- na dopravně nepřístupných horských **svazích delších než 250 m**, nejedná-li se o exponované hospodářské soubory, do velikosti 2 ha;
- je zakázáno přiřazovat další holou seč k mladým porostům na celé ploše dosud nezajištěným, pokud by celková výměra nezajištěných porostů překročila stanovenou velikost a šířku: nejmenší přípustná vzdálenost holé seče od holin a nezajištěných porostů nesmí být menší než průměrná výška obnovovaného porostu;
- holina na lesních pozemcích musí být **zalesněna do dvou let** a lesní porosty na ní **zajištěny do sedmi let** od jejího vzniku; v odůvodněných případech může orgán státní správy lesů povolit lhůtu delší.

Holosečné hospodářství **výrazně mění ekologické podmínky lesa**. Je to především sluneční záření a teplotní režim. V rostlinných porostech vzniká vrstva nejvýraznější **přeměny** vyzářované, převážně krátkovlnné energie na latentní tepelnou a chemickou energii ve vrstvě zelených asimilačních orgánů; v lese tedy v korunovém prostoru. Holou sečí je tato vrstva beze zbytku odstraněna, takže tyto přeměny energie se přemístí na půdní povrch. Průběh přeměny

energie závisí výrazně na druhu půdního povrchu a na eventuálně zachované vrstvě hrabanky, která působí izolačně. Závisí také na půdním typu a druhu a na obsahu vody v půdě.

Minimální teploty vzduchu tak mohou na všech citlivých mladých dřevinách vyvolávat významné **škody časnými i pozdními mrazy**, ale i fyziologickým suchem. Takové situace se vytvářejí zejména v terénních sníženinách, kde chladný vzduch nemůže odtékat. Naproti tomu těmto situacím odolávají přípravné dřeviny, jako třeba bříza, osika, olše a modřín. Proto je možno citlivé dřeviny před omrzáním chránit založením přípravného porostu, pod jehož ochranu je pak možno hospodářské dřeviny vysazovat.

Větší disponibilní množství vody, světla a tepla (výrazné, ale krátkodobé) poskytuje na holinách ideální růstové podmínky pro četné půdní organismy – **reducenty**. Důsledkem je urychlené odbourávání organické hmoty v půdě a na jejím povrchu asi až na jednu třetinu. Tento proces končí po několika letech s novým obsazením holiny vegetací. Uvedená ztráta organické hmoty je většinou nežádoucí, protože může mít tři nepříznivé důsledky:

- Odumřelá organická hmota se rychle mineralizuje, aniž by došlo k tvorbě trvalých humusových forem. Stávající humusová vrstva je zpravidla také těmito procesy zasažena a degradována. To může vést ke zmenšení využívané půdní vrstvy až o několik centimetrů.
- V průběhu těchto procesů se uvolňují živiny, které se při absenci dostatečně husté a vitální vegetační pokrývky neudrží v ekosystému a jsou odtud vynášeny.
- Uvolňování živin podporuje **nástup paseční vegetace**, která se proto vyvíjí často explozivně a stává se významnou překážkou pro obnovu lesa.

Holosečné hospodářství v hospodářském lese **mění významně přírodní pochody vývoje lesa**. Jsou to zejména tyto případy:

- Kalamitní situace vyvolané sníženou stabilitou monokulturních a stejnověkových porostů se často dostávají v podstatně kratších intervalech než je obmýtní doba či životnost v přírodním lese.
- Les je permanentně udržován ve fázi produktivní výstavby, takže ani nedosáhne maximální akumulace biomasy.
- Vyprodukované dřevo je takřka úplně těžbou odstraněno.
- Těžebními a vyklizovacími pracemi dochází takřka stále k poškozování půdního povrchu, čímž je zvyšována eroze a intenzita půdních procesů.
- Průběh sukcese v přírodních lesích je nahrazován umělou, vzácněji i přirozenou obnovou lesa, pro jejíž zajištění musí být omezovány přírodní konkurenční poměry, a to zpravidla mechanickými nebo chemickými prostředky.
- Přirozeně se vyskytující dřeviny nebo jejich směsi jsou po holoseči zpravidla nahrazeny nepůvodními, ale hospodářsky vhodnými dřevinami.

Převážná část našich vědomostí o produkci lesa vychází z lesních porostů, které byly založeny na holině. Všechny modely porostního vývoje, zejména růstové tabulky, vycházejí z vývojového

stadia mlazin, které již nejsou zpravidla ovlivňovány starým porostem ve věku 20 let i více, takže první kritické roky jsou z hodnocení vyloučeny.

Přesto je však holosečný hospodářský způsob daleko nejrozšířenější formou užívání lesů. Je to dáno jednoduchostí technického provozu a koncentrací velkého množství dřeva na plošnou jednotku lesa. Ve střední Evropě je holosečné hospodářství úzce spojeno s pěstováním jehličnatých dřevin, zejména smrku a borovice; holosečně se však většinou hospodaří i v dubových porostech. **Obnova lesa** se zajišťuje většinou **uměle** – sadbou nebo sítí; **přirozená obnova je výjimkou** a i v přirozených smíšených porostech (např. SM + BK) se daří většinou jen přirozená obnova smrku, který poměrně dobře snáší nepřízeň podmínek na holině.

Masové uplatňování holosečného hospodářského způsobu a zejména jeho velkoplošných forem je však střeoevropským lesům cizí. Odpovídá více přirozenému vývoji severských (boreálních) lesů tvořených převážně přirozeně jehličnatými dřevinami. Tam přirozený vývojový cyklus lesa probíhá běžně přes plošný zánik porostů a druhovou sukcesi. Nepřirozeně vysoké zastoupení jehličnatých dřevin, a to zejména smrku, v našich lesích vytváří sice určité podmínky pro uplatňování holosečného hospodářství, zároveň však **přináší vysoká rizika** kalamitních jevů. Výrazně totiž snižuje ekologickou a statickou stabilitu lesa.

Shrneme-li na závěr výhody a nevýhody holosečného hospodářství docházíme k těmto výsledkům:

Výhody:

- velké množství dřeva na plošnou jednotku lesa.
- Vyplácí se proto budovat na místa těžby lesní silnice a cesty a nasazovat pro těžební a vyklizovací práce těžkou techniku.
- Snadno může být dodržen určitý těžební postup k usnadnění těžebních a vyklizovacích prací.
- Odstraňování zbytků po těžbě může být – pokud je to nutné – provedeno **mechanizovaně** a tedy levněji.
- Znovu zalesnění holiny může předcházet více či méně intenzivní **příprava půdy**, eventuálně i ve spojení se základním hnojením.
- Po takovéto přípravě může být výsadba i sje provedena mechanizovaně.
- Pokud jde o volbu dřevin nebo jejich směsi, panuje dalekosáhlá volnost, jde-li o dřeviny, které jsou dostatečně přizpůsobeny podmínkám holé plochy.
- Pro výsadbu citlivých dřevin je možno využívat ochrany přípravného lesa složeného z pionýrských dřevin s několikaletým předstihem.
- Holá seč je sice všeobecně využívána pro umělou obnovu lesa, je však do určité míry možná i obnova přirozená, zejména dřevin s okřídlenými a lehkými semeny. Na

velkých holosečích se k tomuto účelu ponechávají na holině semenné stromy vhodných dřevin.

Nevýhody:

- zlepšené životní podmínky půdních organismů – reducentů vedou při přerušeném opadu k urychlenému rozkladu mrtvé organické hmoty s nežádoucími důsledky, zejména na humusem chudých půdách.
- Koloběh živin mezi porostem a půdou je na několik let přerušen, živiny se z ekosystému ztrácejí, vedou k eutrofizaci podzemní a tekoucí vody.
- Ve svažitém terénu vyvolává **povrchový odtok zvýšenou erozi**, a to tím více čím strmější a delší jsou svahy.
- Holoseč významně narušuje obraz krajiny, což je zejména v chráněných a rekreačních oblastech nežádoucí.
- Výsadba stinných a citlivých dřevin je na holinách jen těžko možná, čímž dochází k omezování volby dřevin.
- Ekologicky je holosečné hospodářství tím nejhorším způsobem. Holoseče mají opodstatnění převážně v lužních lesích a na borech.

Maloplošné holé seče mohou být nejčastěji prováděny jako okrajové a pruhové, a to podobně jako u seče clonné. Specifickým případem holosečného hospodářského způsobu je **maloplošná skupinovitá obnova**, známá zejména jako **obnova kotlíková**.

Tento maloplošný holosečný obnovní prvek – zpravidla kruhového nebo eliptického tvaru – je obklopen ze všech stran obnovovaným porostem a vytváří tak pro následnou porostní generaci jedinečně širokou škálu ekologických podmínek výhodných zejména na sušších stanovištích. Důležité přitom je, jak velkou plochu zaujímá tento obnovní prvek. Mluvíme-li o **skupině**, máme zpravidla na mysli plochu 0,10–0,20 ha (Oborová norma 48 0002 Pěstování lesů. Názvy a definice, 1990), menší plochu představuje **skupinka** (0,03–0,10 ha) a ještě menší plochu **hlouček** (pod 0,03 ha). Volí-li se kruhový kotlík o průměru rovném střední výšce stromů, znamená to při střední výšce 20 m velikost kotlíku 314 m², při střední výšce 25 m plochu 491 m², při střední výšce 30 m plochu 707 m² a při střední výšce 35 m plochu 962 m², tedy vesměs plochy skupinky. Teprve kotlíky o větším průměru by dosahovaly plochu skupiny s charakterem holé seče. Uvedené plochy kotlíků skupinkovitého charakteru představují v plně zakmeněném porostu mýtního věku asi 30 stromů k těžbě. Protože však mýtně zralé porosty nemívají zpravidla plné zakmenění a kotlíky se navíc zakládají většinou v přirozeně prořídých místech, může se jednat ve většině případů o **těžbu 20–25 stromů**. Takováto těžba rozhodně **nemá charakter holé seče**, a proto by i tento způsob hospodaření měl být vyčleněn z holosečné formy hospodářského způsobu a zařazen do skupiny forem bezholosečných, s jasně formulovaným omezením na výchozí velikost kotlíku o průměru rovném střední výšce porostu. Na podporu tohoto návrhu

uvádíme, že má analogii i v zahraničí – v Rakousku se těžební zásahy na ploše do 500 m² počítají k bezholosečným (SCHIELER, SCHADAUER 1993).

Podrobný výzkum ekologie kotlíkové obnovy ve smíšeném lese na Křivoklátsku vykonali SLAVÍK, SLAVÍKOVÁ, JENÍK 1957. Z výsledku tříletého šetření vyplynula řada dodnes velmi aktuálních poznatků: V kotlíku o velikosti 0,05 ha (tj. cca kruh o průměru 1,1 střední porostní výšky) bylo zjišťováno plošné rozložení a postupná diferenciací faktorů klimatických, půdních, fytoecologických a obecně ekologických v prvních letech existence obnovního kotlíku. Měření byla soustředěna na ekologický cíl kvantitativně vystihnout a zhodnotit **prostředí semenáčků zmlazovaných dřevin** a jejich reakci na toto prostředí. Společně s měřeními ekoklimatickými byla prováděna také měření kotlíkového mikroklimatu.

Z výsledků rozsáhlých šetření vyplynuly následující závěry:

1. **Obnovní kotlík není ekologicky jednotným stanovištěm**, nýbrž již v prvním roce je zřetelně diferencován tak, že se tu na relativně nejmenší ploše vytvářejí maximální ekologické rozdíly. Rozrůznění navozené zprvu především souborem změn mikroklimatických a náhlým odstraněním konkurenčního působení kořenových systémů vykácených porostních stromů (a to na převážné ploše kotlíku), postupuje dále značnými změnami také ostatních důležitých faktorů celého prostředí. Nejnápadnější je zvýšení stanovištní vlhkosti, změny edafické a jimi určený průběh sukcese bylinného patra, které dále silně spolupůsobí při ekologické diferenciaci jednotlivých stanovišť na ploše kotlíku, jejíž většina je vhodným prostředím pro zmlazování (tzv. účinná zmlazovací plocha).
2. Průměrné srážky jsou v kotlíku zákonitě rozloženy vzhledem k převládajícímu směru větrů. Pod okrajem korunového zápoje jsou zóny zvýšených relativních srážek, které zvláště na návětrné straně kotlíku z příčin v práci popsanych přesahují sto procent. Byl zhodnocen ekologický význam rozložení srážek pro stanovištní vlhkost a její důsledky.
3. Byl stanoven způsob závislosti výparnosti ovzduší na výšce nad povrchem půdy v porostu a ve středu kotlíku na volné ploše. Byla zjištěna obecně pro kotlík platná zákonitost, že ve středu kotlíku obvyklé velikosti je v přízemní vrstvě vzduchu (asi do 70 cm) průměrná celodenní výparnost nižší než v porostu (díků většímu nočnímu výparu v porostu).
4. O vlhkostních poměrech v kotlíku rozhoduje především to, jak dlouho trvá rosa v ranních hodinách. V kotlíku trvá déle než na holině.
5. Dalším rozhodujícím ekologickým činitelem je oslunění, a to nikoli jen jeho celková délka na jednotlivých stanovištích kotlíku, nýbrž i doba jeho působení. Ekologicky podstatně horší je oslunění v ranních a dopoledních hodinách, než stejně dlouhé a stejně intenzivní oslunění odpolední.

6. Světelné poměry nebyly pro obnovu v kotlíku oproti porostu rozhodující ze dvou důvodů: skutečný relativní požitek semenáčků na ploše kotlíku je dokonce vlivem zastínění bylinným patrem nižší než v porostu a přece se ukázal dostatečný pro jejich dobrý přírůst.
7. Maximální denní teploty vzduchu, povrchu půdy a rostlin jsou v kotlíku vyšší než v porostu. Jen na osluněné severní části kotlíku dosahují hodnot jako na pasece a při větru je i převyšují a způsobují nežádoucí snížení vlhkosti vzduchu a přehřívání listů semenáčků.
8. Noční teploty vzduchu jsou v kotlíku vzhledem k většímu vyzařování přirozeně nižší než v porostu. Nežádoucí přímé působení většího vyzařování na zmlazované dřeviny při pozdních, předčasných mrazech nebo holomrazech je v prvních letech vývoje semenáčků zčásti eliminováno chránícím stíněním bylinného patra a později přechodnými dřevinami. Vedle záporného významu zvýšeného vyzařování nutno naopak zdůraznit, že právě toto vyzařování zvyšuje noční, ranní a večerní skutečnou i relativní vlhkost vzduchu a umožňuje značnou noční kondenzaci vodních par.
9. V kotlíku byly příznivě ovlivněny pedogenetické procesy, což se projevilo záhy kladnými změnami morfologickými i stratigrafickými, např. změnou struktury, prohloubením A_1 -horizontu. Ve středové ploše se silně zvýšila činnost především té části půdní mikroflóry, která zajišťuje minerální výživu rostlin, zvláště nitrifikačních bakterií.
10. Kotlíková seč zvyšuje díky odstranění transpirace stromového patra příznivě půdní vlhkost, která se udržuje na vysokém stupni po celou vegetační dobu, zatím co v porostu v letním období silně klesá. Plocha části kotlíku s vyšší půdní vlhkostí je ohraničena ostře obvodem kořenových zón okrajových stromů. Kořenové odsávání je hlavním činitelem, ovlivňujícím půdní vlhkost. Jeho kvantitativní působení bylo na různých stanovištích experimentálně prokázáno.
11. Sukcesní vývoj bylinného patra na ploše kotlíku je zákonitě určen změnami půdních a ekoklimatických podmínek vyvolaných sečí. Zároveň vytváří důležitou součást vnějšího prostředí semenáčků zmlazovaných dřevin. Oproti bylinnému patru v zapojeném porostu nastává hlavně rozvoj vlhkomilnějších druhů právě tak jako druhů pasečných a druhů s většími nároky na výživu, zvláště nitrofilních. V dalších letech je určováno ekologické prostředí zmlazovaných dřevin vývojem nalétaných přechodných dřevin.
12. Byliny, zastoupené v sukcesních stadiích v kotlíku, nejsou většinou ani nadzemní ani kořenovou částí nebezpečné zmlazovaným dřevinám. Jen nadměrně hustě vyvinutý travnatý porost, vytvořený na ploše ve středu kotlíku, ukázal se být ve třetím roce nepříznivý jak pro existující nálet, tak také nevhodný pro další přirozené zmlazování a pozdější síji.

13. V oblastech s nižšími srážkami a na stanovištích s nedostupnou hladinou spodních vod je vystupňována koncentrace aktivních kořenů dřevin ve svrchních horizontech půdy. Zvláště buk čerpá vodu a živiny převážně z A1-horizontu. Také jinde hlubokokořenný dub tvoří na těchto stanovištích málo vyvinutý systém vertikálních kořenů. Nečekaná vyšší relativní osmotická hodnota buku v porostu oproti dubu svědčí o jeho značném vodním deficitu, také o vyšší své schopnosti a tím vysoké intenzitě kořenového odsávání.
14. Příznivé vlhkostní a edafické poměry se v kotlících projeví luxuriačními jevy a morfologickými abnormitami ve vývoji některých druhů bylinného patra, značnými přírůsty náletových přechodných dřevin a prodloužením vegetační doby.
15. Jako přímé stanovení reakce semenáčků zmlazovaných dřevin na diferencované ekologické podmínky jednotlivých stanovišť v kotlíku, dále v porostu a na pasece, byly sledovány růstové reakce přirozeného náletu buku (po první tři léta), výsevů dubu zimního a výsadeb lípy srdčité. Největší výškové i objemové přírůsty byly na stanovištích ve středové ploše kotlíku s normálně vyvinutým bylinným patrem. Nejnižší přírůsty byly vesměs v porostu, kde bylo obecně pozorované hynutí přirozeného náletu způsobené především kořenovou konkurencí hlavně o půdní vlhkost. Stanovení přírůstu průkazně potvrdilo ostrou ekologickou diferenciaci stanovišť v kotlíku.
16. Při sledování transpirace semenáčků dubu na různých stanovištích byla na místech pod stromovým patrem zjištěna nízká denní a trvalá noční transpirace převážně kutikulární, svědčící o více méně stabilním přivření průduchů následkem trvalého vodního deficitu, způsobeného nízkou půdní vlhkostí, což má důležité důsledky v intenzitě jejich fotosyntézy.

Kotlíková seč vytváří v lesním porostu kvalitativně novou kombinaci z větší části příznivých ekologických podmínek pro růst a vývoj zmlazovaných dřevin, kterou nelze odvodit přímo z ekologických poměrů v zapojeném porostu ani z ekologických poměrů na pasece. Této převážně výhodné kombinace, zajišťující zvláště v sušších podmínkách zdárnou obnovu lesa, nelze dosáhnout ani clonnou sečí ani jinými v praxi používanými způsoby obnovy. Proto je třeba techniku kotlíkové seče v pěstování lesů oprávněně rozvíjet.

8.3 Hospodářský způsob násečný

Hospodářský způsob násečný je založen na obnově porostů holosečnými obnovními prvky (náseky) o rozloze do 1 ha různého tvaru (pruhy, kotlíky, klíny), jejichž šířka nepřesahuje výšku obnovovaného porostu. Převládá zde obnova umělá, ale účelně a cílevědomě lze využít i obnovu přirozenou bočním náletem semen. Po zajištění kultur (nárostů) se postupuje s obnovou proti směru bořivého větru. Do hospodářského způsobu násečného patří i veškeré obnovní postupy založené na principu seče okrajové.

V Lesnickém naučném slovníku (MZe 1995) je tato forma hospodaření definována zcela nedostatečně pouze šířkou a velikostí seče, aniž by byl určen způsob seče. Podle definice ve vyhlášce MZe č. 83/1996 Sb. je zřejmé, že se jedná o holosečnou obnovu, která je omezena pouze šířkou holé seče (nepřekročí průměrnou výšku těžného porostu) a fakultativním dovětkem: popř. i pod ochranou mateřského porostu. Bez tohoto nepovinného dovětku však jde zcela jasně o holosečnou formu hospodaření. Podle všech zahraničních definic se **násečný způsob hospodaření** (Saumschlagbetrieb) realizuje od okraje porostu **ve dvou pruzích**, z nichž **první je holosečný a druhý ve směru postupu obnovy clonný**. Charakteristický je přitom vznik dvou okrajů – vnější (holá seč) a vnitřní (clonná seč). Např. KORPEL et al. (1991) konstatuje, že násečná obnova spojuje clonné a holosečné postavení na dvou částech obnovní zóny – vnější a vnitřní.

Termín „okraj“ zde nepředstavuje žádnou linii, ale poměrně úzkou a dlouhou plochu, která zasahuje jednak dovnitř porostu (vnitřní okraj), a to tak hluboko, jak dosahuje boční světlo a vytváří tak příznivé podmínky pro půdní vegetaci a přirozenou obnovu; zpravidla dosahuje vnitřní okraj na jednu polovinu až celou výšku stromů obnovovaného porostu. Opačným směrem k otevřené a v určité vzdálenosti při postupu již zalesněné ploše je holosečně vytvořený vnější okraj, který se vytváří tak široký, jak daleko dosahuje v letní polední době pás stínu. Tato šířka se mění s orientací porostní stěny na světové strany a s expozicí svahu; v průměru představuje šířku na $\frac{1}{3}$ až $\frac{1}{2}$ výšky stromů v porostní stěně. Tato konstelace umožňuje obnovu slunných i stinných dřevin, což je jedna z předností tohoto způsobu. Tento plošný „okraj“ porostu nemusí mít rovné stěny, ale může být zvlněný, čímž se diferencují růstové podmínky.

Postupem těžby se celý tento „okraj“ posouvá směrem dovnitř porostu. Rychlost posunu závisí jednak na výši těžby v hospodářském celku a na zdatu přirozené obnovy. Případné lokální selhání přirozené obnovy je možno vyrovnávat sadbou, takže obnova lesa zpravidla nebývá kritickým faktorem těžebního postupu. Holosečný postup vnějšího okraje může být nahrazen clonnou sečí, popř. pomístitně skupinovitě clonným postupem.

Těžba postupuje při tomto způsobu hospodaření stále stejným směrem, což je určitá výhoda. Současně však představuje násek odkrytou porostní stěnu, které hrozí značné nebezpečí poškození větrem. Toto nebezpečí se omezuje tím, že porostní stěny se orientují buď odvráceně od převládajícího směru větru, tj. proti větru, nebo probíhají paralelně s tímto směrem větru. Dřívější protagonisté tohoto hospodaření proto doporučovali na většině stanovišť postup od východu k západu, takže postupující porostní stěna byla orientována na východ. Druhý nejvíce uplatňovaný postup paralelně s větrem byl od severu k jihu. Obrácený postup od jihu je zcela nevhodný, poněvadž by znamenal trvalé podslunění porostní stěny. Ani postup od východu k západu není příliš dobrý, poněvadž otevírá porostní stěnu dopolednímu slunci, které vysušuje často se vyskytující rosou a též suchému východnímu větru.

O ekologických zvláštlostech, které se vytvářejí na různě orientovaných porostních stěnách, bylo v první polovině 20. století mnoho nejrůznějších názorů. Bohužel však většinou vyslovujících pouze domněnky, odvozené z lokálních pozorování. Exaktní výzkumná šetření o mikroklimatu porostního okraje, o půdní vlhkosti či vývoji vegetace nejsou příliš bohatá. U nás se touto problematikou zabývali např. SLAVÍK, SLAVÍKOVÁ, JENÍK (1957) a KREČMER (1956, 1960, 1966). Ale ani exaktní výsledky zjištěné v porostních okrajích nemohou být v plném rozsahu přenášeny na porostní „okraje“ násečného postupu, poněvadž měření jsou prováděna v okrajích stacionárně, zatímco násečné „okraje“ se stále posunují.

Násečný hospodářský způsob má celou řadu ekologicko-pěstebních, těžebně dopravních a ekonomických předností. Umožňuje jednoduchý těžební postup a vytváří velmi **variabilní ekologické podmínky**, které se v široké škále mění v „okraji“ v jedné etapě seče. Tyto podmínky lze dále modifikovat rychlostí postupu „okraje“ různým členěním (zvlněním) porostní stěny, různým stupněm a hloubkou rozvolnění vnitřního „okraje“. Vezmeme-li ještě v úvahu širokou možnost měnění ekologických podmínek kombinací orientací porostní stěny a expozice, docházíme k poznání, že násečný způsob hospodaření je velmi dynamický, pružný, ekologicky snadno formovatelný a variabilní. Takřka všechny naše dřeviny se na začátku svého vývoje mohou aspoň na určité části obnovovaného porostu dostat do výhodných ekologických podmínek. Těžba je poměrně jednoduchá a šetřivá. Lze ji každoročně udržovat ve stejné výši. Do vlastní obnovy je zapojená jen úzká část na jeho okraji, takže stromy je možno těžít do nitra porostu a vyklízovat přes ještě neobnovenou jeho část. Tuto vlastnost ocení lesní hospodář zejména v členitých horských terénech. Vytvářejí se tak porosty stejnověké ve směru porostní stěny, avšak nestejnověké ve směru těžebního postupu. I při rychlém postupu těžby má každý strom v podstatě také stejnověké sousedy v těžební stěně.

Nevýhodou násečného postupu je krátká obnovní doba, která nevyhovuje citlivým a pomaleji rostoucím dřevinám, především pak jedli a buku. Tato krátká dílčí obnovní doba je naopak výhodná zejména pro borovice, modřín a dub, proto se zkracuje období nepříznivého vlivu clony na růst následného porostu. Další nevýhodou je v rozsáhlých porostech pomalý postup z jednoho východiska – celková obnovní doba je pak dlouhá. Postup však lze urychlit založením více východiskových náseků uvnitř porostu; to však zvyšuje nebezpečí škod větrem. Jestliže se takto začnou obnovovat již mýtně zralé porosty (tedy opožděně), pak je nutný buď příliš rychlý těžební postup, s kterým nestačí udržet krok přirozená obnova, nebo dochází k přestárnutí nejpozději těžných částí porostu, a to znamená přírůstovou ztrátu. Jestliže naopak se s obnovou začíná příliš brzy, aby k tomuto přestárnutí nedocházelo, pak je nutné počítat také s určitou přírůstovou ztrátou. **Flexibilita** tohoto způsobu hospodaření vůči fluktuaci trhu, popř. dočasně nutným zvýšením těžbám, je velmi malá, poněvadž každá změna těžebního postupu naruší kontinuitu obnovy. Navíc proto ulpívá na tomto hospodářském způsobu určitý **stín schematičnosti**.

Je třeba si také uvědomit, že ani termín „násek“, od kterého je odvozeno adjektivum „násečný“ není pro tuto formu hospodaření zcela výstižný. Jako úzkou paseku, od níž pak postupuje

pasečení v mytním směru, definuje násek Naučný slovník lesnický II. (ČSAZV 1959). Upozorňuje přitom také, že násek má často funkci odluky (ve smrkových porostech). Již uvedená oborová norma 48 0002 (1990) definuje násek jako vytěžený pruh nebo klín, od kterého postupuje další těžba. Je zřejmé, že i v tomto pojetí je **násek pouze holá seč (vnější okraj) a chybí zde druhá část náseku (prosvětlený vnitřní okraj)**. Specifickou formu násečného hospodářského způsobu propracoval WAGNER (1912, 1923) pro smíšené porosty SM – JD – BK v severním Württembersku (Gaildorf), na živiny bohatých hlinitých půdách v oblasti s nepřilíš vysokým ročním úhrnem srážek (800 mm). Pokusil se svou modifikací výstavbu porostů v lese pasečném ve směru těžební stěny **zkombinovat s ekologickými přednostmi stupňovitého výběrného lesa** ve směru postupu. Tímto směrem se vlastně již nevytváří porost, ale velice úzké těžební řady; průměrná šířka ročního postupu těžby dosahuje pouze 2 – 3 m (maximálně 5 m). Přirozená obnova se přitom dostavuje permanentně. Je to typický násečný způsob obnovy, kde se kombinuje okrajová seč holá s nedokonalou sečí clonnou. Charakteristické jsou pouze **velice úzké těžební řady**. Nedokonalá seč clonná proto, že končí vlastně již ve stadiu seče semenné, při které se odstraní dřeviny a stromy nevhodné, ale k dalšímu prosvětlování okraje již nedochází. Při úzkém těžebním pruhu není totiž nutné pouštět do porostu víc horního světla, když postačí světlo boční. Po stadiu seče přípravné následuje již domýcení. Má tedy tato seč v pokročilém stadiu **tři fáze**:

- skupinovitě uvolnění na úzkém pruhu lesa,
- další uvolnění těžebního pruhu pod porostem a začátek uvolnění na dalším pruhu,
- seč domýtná na pruhu prvním, uvolnění porostu na pruhu druhém a seč přípravná na pruhu třetím.

Tato nedokonalá seč clonná však zhoršuje přístup srážek do porostu. Proto Wagner upustil od dosud převládajícího postupu od poměrně suchého východního okraje proti západu (mnohde osvědčená ochrana proti bořivému větru) a zásadně postupoval od vlhčího severního okraje. Tento svůj specifický postup označil Wagner jako Blenderssaumschlag, co se do češtiny překládá jako **obrubná seč** (KONŠEL 1931). Jak německý termín tak i český (obrubná seč) jsou zatíženy řadou nejasností a chybných výkladů.

Český výraz **seč obrubná** (zavedený Konšelem) definuje ČSN 48 0000 Názvosloví v lesním hospodářství jen velice mlhavě a nepřesně: „souborný název obnovních sečí, které začínají násekem tvaru a umístěním a pokračují jeho rozšiřováním podle zvoleného pasečného postupu“; ani zmínka o tom, že jde o specifický násečný způsob Wagnerův. Český a slovenský terminologický slovník – Lesnictví – výběr základních termínů (1986) uvádí stejnou definici, právě tak jako Oborová norma ON 48 0002 Pěstování lesů. Názvy a definice (VÚLHM 1990). Správnou definici uvádí Naučný slovník lesnický (III – ČSAZV 1960): Seč počínající od okraje porostu (pokud to dovoluje terén od okraje severního), vytvářející stupňovitou, klínovitou nebo chobotnatou porostní stěnu k využití stínu starých stromů na obnovovanou plochu, se speciálně upraveným postupem, nazývá se podle autora Wagnerova obrubná seč, ať již pracuje (jak autor připouští) clonně, skupinovitě nebo na holo. Kantor v Lesnickém naučném slovníku (II MZe,

1995) k heslu seč obrubná poznamenal pouze: starší pojmenování seče okrajové, což odpovídá pravdě jen zčásti; chybí poznámka, že přísluší k Wagnerovu obnovnímu postupu.

Již citovaný návrh klasifikace hospodářských způsobů (KOLEKTIV OLH – ČSAZ, 1979) rozlišuje při násečné formě pasečného hospodářského způsobu:

- a) **obrubu vnější**, tj. holou část obnovní plochy,
- b) **obrubu vnitřní**, tj. zacloněnou část obnovní plochy.

Vyjdeme-li z tohoto pojetí, pak se ukazuje jako nejvhodnější přejít od termínu násečná forma hospodaření k poněkud sice zastaralému, ale výstižnějšímu termínu obrubná forma. Znamená to nahradit všechny kontroverzní termíny, související s touto formou hospodaření (násečný, okrajový, clonookrajový apod.) jediným termínem obrubný (i když by nemuselo jít o Wagnerův postup od severu).

Termínu násek se pak ponechá jeho původní úzký holosečný charakter. Násečná forma obnovy pak bude představovat holosečnou obnovu maloplošnou na exponovaných stanovištích, tj. do šířky holé seče rovné průměrné výšce těžného porostu. Zákonem povolená holosečná obnova na ostatních stanovištích (o šířce rovné dvojnásobku průměrné výšky porostu) se označuje jako pruhová.

8.4 Hospodářský způsob výběrný

Hospodářský způsob výběrný je hospodářský způsob, při kterém se obnova provádí současně s výchovou na téže ploše jednotlivým nebo skupinovitým výběrem, a to teoreticky nepřetržitě. Základními nástroji pěstování lesů a hospodářské úpravy lesů jsou celkový běžný přírůst, zásoba a její tloušťková struktura, doba přesunu a rozložení tloušťkových četností.

Základní princip výběrného hospodaření lesa je uveden již v souvislosti s hospodářským způsobem podrostním, který bylo nutno v jeho nejjemnější formě (pomístně skupinovitě clonné s dlouhou obnovní dobou) odlišit od výběrného způsobu. Tento způsob hospodaření je charakterizován **výběrnou těžbou jednotlivých stromů** (bez rozlišování charakteru mýtní či předmýtní těžby) na celé porostní ploše v krátkých časových odstupech a postupným vrůstáním stromů spodní a střední porostní vrstvy do těžbou vzniklých mezer mezi korunami horní stromové vrstvy (AMMON 1946). V ideálním výběrném lese jsou na malé porostní ploše **zastoupeny prakticky všechny věkové stupně**. Tato absolutní věková diferenciacce je základem a příčinou výškové a tloušťkové diferenciacce s charakteristickou hyperbolickou křivkou tloušťek a výšek.

V tloušťkách 14–30 cm je deficit a tyto stromy se proto mají zašetrřit. V tloušťkách 34–66 cm je nadbytek, a proto se mají přednostně těžít. Ideální křivku rozdělení matematicky odvodil

LICOURT (1898) na bázi konvergentní (klesající) geometrické řady s kvocientem, jehož absolutní hodnota je menší než 1:

$$N_n = A \cdot q^{-1(n-1)},$$

kde: N – početnost v tloušťkových třídách, A – početnost stromů v první tloušťkové třídě, q – kvocient geometrické řady /1,1–1,4/, n – počet tloušťkových tříd.

Výběrný les představuje nejvyšší formu lesa trvale tvořivého (THOMASIVS 1992), přičemž podmínkou jeho existence je především vhodná druhová skladba (stinné dřeviny, zejména jedle) a také dobré růstové podmínky, zejména vysoké množství srážek – zpravidla nad 1 000 mm.

V ideálním výběrném lese prakticky neměnný stav všech porostů znamená, že se **udržuje trvalá rovnováha v lese zastoupených tloušťkových tříd**. Jak co do počtu stromů, tak i co do objemu. Znamená to, že z každé tloušťkové třídy odpadne za určitou časovou periodu stejné množství stromů (přirozeným úbytkem, těžbou a přesunem do vyšší třídy), kolik jich přechodem z nižší tloušťkové třídy přibude. Podíly jednotlivých tloušťkových tříd však závisejí na bonitě stanoviště i na cíli a způsobu hospodaření.

V odborné literatuře se hlavní zásady výběrného hospodářství koncentrovaně a stručně vyjadřují pomocí **pěti základních principů**. Jsou v nich pojaty nejvýznamnější zásady pěstebního usměrňování, ale i nejzávažnější vlastnosti (znaky) výběrného lesa jako nutného předpokladu pro uplatňování hlavních zásad. Ze souhrnu výběrných principů vyplývá jejich úzká **vzájemná** vazba a podmíněnost. O výběrném hospodářství se může ve výběrném lese hovořit jen tehdy, pokud jsou splněny tyto principy:

- a) Trvalé zachování lesa jako ekosystému na každé části porostu.
- b) Trvalá, neustále v krátkých intervalech se opakující možnost těžby mytně zralých stromů v každém porostu. Je třeba, aby se vyskytovalo tolik stromů dosahujících dimenzí mytního typu (cílové tloušťky), který odpovídá objemu těžby odvozenému z přírůstu.
- c) Rovnovážený stav porostu po stránce tloušťkové i výškové početnosti při dosažení optimální porostní zásoby a při dlouhodobě vyrovnaném celkovém běžném objemovém přírůstu.
- d) Systematické a důsledné uplatňování kritérií zušlechťujícího výběru při těžebních zásadách ve všech třech vrstvách, které se ve výběrném lese vytvářejí (nelze je ztotožňovat se stromovými třídami v pasečném lese; tři vrstvy výběrného lesa jsou diferencovány věkově). Tím se zachovává nebo zvyšuje kvalita produkce (porostní zásoby).
- e) Neustále plynulá přirozená obnova, plošným rozsahem a dynamikou odpovídající zvolenému porostnímu typu, bez období stagnace a krizových projevů.

Výběrný les **dokonale využívá** nejen produkční schopnost a ekologické **vlastnosti stanoviště**, ale i růstové vlastnosti dřevin a jednotlivých stromů tím, že dokonaleji vyplňuje disponibilní nadzemní i podzemní prostor. Optimálně využitý disponibilní nadzemní prostor je dán jeho charakteristickým vertikálním zápojem. Dosažení tohoto optimálního vertikálního zápoje představuje požadovaný (rovnovážný) stav výběrné struktury lesa.

Vertikální zápoj a jeho stupeň až po optimum je umožňován **především** úrodností stanoviště, převahou stinných dřevin, jejich smíšením a dynamikou přirozené obnovy, která je kontinuální. Existují však i případy, kdy koruny stromů nejsou uspořádány nad sebou, ale v různých výškových vrstvách vedle sebe (stupňovitý zápoj). Je to zpravidla doklad zhoršených růstových podmínek stanoviště (spolu s nižší výškou stromů).

V poslední době jsme svědky určité cílevědomé tendence (zejména v Rakousku a Německu) ke zjednodušení definice výběrného lesa tak, aby do něj bylo možno zahrnout i lesy dosti vzdálené ideálnímu výběrnému lesu. Je tomu tak pravděpodobně proto, že sice přednosti výběrného lesa jsou velké, že však perfektní výběrný les je dosud velmi vzácný – nejspíš v určitých oblastech Švýcarska (Emmental, Val de Travers) a Německa (Schwarzwald). Reálné výběrné lesy představují v převážné většině případů pouze určitou míru přiblížení k ideálnímu modelu. První náznaky snahy o rozšíření plochy výběrných lesů pouhou změnou definice můžeme nalézt již u KÖSTLERA (1956, 1958), který poukázal na skutečnost, že v jihoněmecké oblasti Allgäu (která je u nás známá svým lyžařským střediskem Obersdorf) je několik typů výběrného lesa, které sice nezapadají přesně do klasické definice výběrného lesa, přesto však by jim mělo být přiznáno toto označení. Série šesti porostních profilů těchto allgäuských „výběrných“ lesů dokládá, že zde je možné postřehnout jen málo vyvinutou střední vrstvu – charakteristickou pro výběrný les. Přitom rozdíly ve vzhledu jsou vyvolány pouze intenzitou těžebního zásahu – od porostů s výrazným přebytkem tlustých stromů až k porostům tlusté stromy zcela postrádajícím, tj. po jejich celoplošném domýcení.

Podobné stanovisko k širšímu chápání výběrných lesů zaujímá i REININGER (2000). Dospívá přitom k závěru, že „výběrný les je hospodářská forma nestejnověkého lesa, vytvořená selektivním jednotlivým výběrem stromů s druhovou skladbou, výší porostní zásoby a porostní strukturou odpovídající stanovištním podmínkám“. Dodržování podmínky zastoupení všech věkových stupňů se nepovažuje za nezbytné. Podle nejnovějšího rakouského pojetí (SCHIELER 1998) představují **již tři věkové třídy** v porostu **příslušnost k výběrnému lesu**. Je tedy zřejmé, že podle těchto představ by všechny porosty obhospodařované výběrem jednotlivých stromů (bez jakéhokoli prostorového pořádku) s **obnovní dobou aspoň 30 let**, mohly být zařazeny do výběrného lesa.

V **hospodářské úpravě** výběrného lesa se uplatňují výrazně odlišné metody oproti pasečně obhospodařovaným lesům věkových tříd. Nástrojem časového uspořádání ve výběrném lese nejsou věkové třídy či stupně, ale tloušťkové třídy a stupně. Základním těžebním ukazatelem je

celkový běžný přírůst (CBP) na sledovaných jednotkách trvalého rozdělení lesa (zpravidla o dílčích velikostech v rozmezí 5 – 20 ha), nikoliv však izolovaně, ale ve vazbě na:

- vývoj vzorové (ideální) a skutečné **křivky četnosti stromů** v tloušťkových třídách i stupních
- změny v porostních zásobách.

Potřebné údaje pro těžební úpravu výběrného lesa se zpravidla zjišťují **kontrolními metodami**. Jsou to v podstatě **periodicky opakované inventury**, zjišťující zejména tloušťkové členění stromového inventáře od určité registrační hranice (např. 16 cm) a jeho změny, výši a vývoj porostních zásob a jejich strukturu a výši a vývoj běžného přírůstu. Pro správné stanovení CBP jako základu pro výpočet ukazatele celkové výše těžeb ve výběrném lese je nezbytné přesně evidovat vytěžené objemy dřeva a stanovit dorost do kmenoviny; tím se rozumí všechny stromy, které v mezidobí od poslední inventury překročily registrační hranici. Jako přírůst totiž nelze brát celkový objem těchto stromů, poněvadž jejich růst trval déle než doba od poslední inventury.

Pro lesy obhospodařované výběrným způsobem se stanoví ukazatel **celkové výše těžeb** z tohoto vztahu:

$$TC = (CBP + \frac{Z_S - Z_n}{a}) \cdot t,$$

kde:

TC – ukazatel celkové těžby na dobu platnosti LHP (zpravidla 10 let),

CBP – zjištěný celkový běžný přírůst roční v m³,

Z_S – registrovaná skutečná porostní zásoba,

Z_n – vzorová (normální) porostní zásoba odvozená ze vzorové (ideální) křivky stromových četností,

a – vyrovnávací doba (zpravidla kolem 50 let),

t – doba platnosti LHP (zpravidla 10 let).

Celkový běžný přírůst (CBP) se zjišťuje z následujícího vztahu:

$$CBP = \frac{Z_2 + T_t - Z_1 - D}{t},$$

kde:

Z₁ – předchozí inventarizovaná porostní zásoba (m³),

Z₂ – současná inventarizovaná porostní zásoba (m³),

T_t – celková těžba za inventarizované období (m³),

D – dorost do kmenoviny (m³),

t – interval mezi inventarizacemi (počet let).

Tento způsob výpočtu je vhodný pro lesy tloušťkově i výškově značně rozrůzněné, blíží se výběrnému lesu. V ostatních případech převodu lze les ještě upravovat přechodně jako podrobně obhospodařovaný.

Les výběrný poskytuje **vysokou produktivitu s vysokou stabilitou**. Růst a vývoj jednotlivých stromů je však ve výběrném lese zcela jiný než v lese pasečném. Zejména kulminace přírůstu nastává mnohem později než v pasečném lese, zpravidla až po dosažení velkých tlouštěk. To je také jeden důvod pro to, aby výběrné lesy vytvářely stinné dřeviny, které snášejí dlouholetý útlak pod clonou.

Vedle Švýcarska, Rakouska a Německa byla problematika výběrných lesů řešena i v Čechách a na Slovensku. V Čechách to bylo na Opočensku (např. KONIAS 1950; ZAKOPAL 1959, 1965b, 1968; SOUČEK 2001) a na Kutnohorsku (např. KRATOCHVÍL 1964; KRATOCHVÍLOVÁ 2002) a na Školním lesním podniku Masarykův les Křtiny (např. TRUHLÁŘ 1975, 1977, 1983, 1993, 1996). Na Slovensku je řada významných lokalit s výběrnými lesy (např. Smolnícka Huta, Nižný Komárnik, Sihla, LS Mníšek, LS Smolník, ŠLP TU Zvolen). Podrobně o tom pojednává KORPEL, SANIGA (1993).

Výběrný les představuje formu hospodářského lesa, vytvářenou dlouhodobě těžbou jednotlivých stromů, takže dospívá do takových struktur, jako jsou ve zralých stádiích přírodního lesa. Důležitý rozdíl je však v tom, že ve výběrném lese mají plnou vitalitu i stromy ve vysokých tloušťkových stupních, zatímco ve stadiu zralosti přírodního lesa je již mnoho stromů vývojově starých a neproduktivních.

Přednosti výběrného lesa:

- Les, který na malé ploše vykazuje všechny tloušťkové třídy a udržuje se v tomto stavu natrvalo; je to z toho důvodu ideální ochranný les.
- Les, který umožňuje i na malých plochách trvalou roční těžbu přírůstu.
- Pro vlastníky drobných lesů, kteří mají každoročně stále stejnou potřebu dřeva i výnosu, představuje ideální formu hospodářského lesa.
- Výběrný les může být obhospodařován tak, že cílová tloušťka je stanovena do třídy středních nebo tlustých stromů. Podíl tenkého a méně hodnotného dřeva z „výchovných“ zásahů je výrazně nižší než v lese pasečném.
- V důsledku vysokého podílu tlustého dřeva na celkové produkci se výrazně zvyšuje hodnotová produkce výběrných lesů.
- Stromy ve výběrném lese prodělávají zpravidla velmi dlouhou dobu zastínění (s úzkými letokruhy) a často až po 80–100 letech jsou pomalu přizpůsobovány plnému osvětlení koruny, přičemž pak dochází k dosažení mimořádných tlouštěk, což lesu umožňuje vysokou stabilitu.

Nevýhody výběrného lesa:

- Výběrný způsob hospodaření vyžaduje mimořádné pěstební znalosti a jejich tvořivou aplikaci; tyto vlastnosti získávají generace lesníků teprve dlouhodobou kontinuitou tohoto způsobu hospodaření.
- Mimořádně silné těžební zásahy, jak je někdy vyžadují mimořádné situace v podniku či celostátně jsou pro strukturu výběrných lesů daleko horší než v lese pasečném.
- Provádění těžby a vyklizování dřeva je mnohem náročnější než v lese pasečném.
- Neustálé práce na celé ploše lesa vyžadují dokonalé jeho zpřístupnění situaci odpovídajícími lesními cestami.
- Slunné dřeviny se nemohou ve výběrném lese uplatnit buď vůbec, nebo jen ve velmi malém rozsahu.
- Je velice snadné výběrný les neodborně prováděnými těžbami zjednodušit jeho strukturu, ale velice těžké a dlouhodobé je pasečné lesy přebudovat na lesy výběrné.

V České republice v podstatě dosud žádné výběrné lesy nejsou; existují však lesy v různých stádiích přestavby k lesu výběrnému. Do budoucna je však nutno počítat i s výběrným hospodářstvím jako s perspektivním hospodářským způsobem spojujícím ve vhodných podmínkách, kterých však u nás příliš mnoho není, přírodě blízké a trvale udržitelné obhospodařování lesů se zajímavými hospodářskými výsledky pro vlastníky lesa, a to zejména menších výměr.

Podmínkami rozhodujícími o **vhodnosti zavádění výběrného způsobu hospodaření** jsou zejména:

- stanovištní poměry – vhodnější jsou stanoviště s vyšším srážkovým úhrnem a vysokým podílem stinných dřevin (především jedle a smrku, za určitých podmínek i buku) v přirozené druhové skladbě,
- velmi dobré zpřístupnění **lesa**,
- vysoká odborná úroveň a zainteresovanost lesního personálu,
- pečlivě vedená evidence o těžbách.

Smyslem přestaveb holosečně obhospodařovaných lesů na výběrný les je dosažení maxima vyrovnané produkce dřeva a naplňování mimoprodukčních funkcí trvalým a přírodě blízkým způsobem při srovnatelných nebo lepších hospodářských výsledcích. Cílem nemůže být rychlé naplňování formálních kritérií za cenu hospodářských ztrát. Možná rychlost přestavby na výběrný les závisí na výchozím stavu porostů. Řešením není také formální dosažení „výběrných“ lesů pouhou změnou kritérií pro ně.

Existuje však možnost skupinové formy výběrného lesa (LEIBUNDGUT 1949), přičemž předmětem četných diskuzí je přípustná velikost těchto skupin a možnost jejich rozšiřování.

Jakmile se začne pracovat se skupinami, tj. s pěstební činností pomíjející zásadu jednotlivého výběru stromů, pak se jen velmi těžko odlišuje způsob výběrný od způsobu pasečného, zejména od pomístně skupinovitě clonné formy. Také často uváděný přípustný rozdíl věku v dílčích plochách větší než 40 let umožňuje záměnu výběrného lesa za les pasečný s dlouhou obnovní dobou.

8.5 Speciální způsoby hospodaření

Kromě uvedených základních hospodářských způsobů se ve vysokokmenných lesích Evropy a v menší míře i u nás, uplatňují některé speciální způsoby hospodaření, kterým naše oficiální materiály ani praxe nevěnují vůbec pozornost a bohužel i v lesnických učebnicích je o nich zpravidla jen nepatrná zmínka. Vysokoškolská učebnice Pěstění lesů (POLANSKÝ et al. 1956) uvádí ve shodě s KONŠELEM (1931) pouze **hospodářství přírůstné**. Jsou to formy (či modifikace) hospodaření, kterými se sleduje při zkrácené obmýtní době dospět k maximální produkci dřeva. Nejčastější cestou k tomu je snižování zakmenění, aby byl dosažen světlostní přírůst, KORPEL et al. (1991) uvádí jako speciální způsoby hospodaření jedině intenzivní porosty a jejich kultury, k nimž patří:

- průmyslové plantáže, především jehličnatých introdukovaných dřevin s mimořádně nízkou produkční dobou (25 až 35 let),
- intenzivní porosty topolů a vrb, které u nás přicházejí v úvahu především v lužních lesích,
- intenzivní porosty dřevin s okrasnou texturou dřeva; základní dřevinou je zde dub, zpravidla s příměsí jasanu a černého ořešáku, pomocnou dřevinou je nejčastěji lípa.

8.5.1 Dvoumýtní les vysokokmenný

V ČR je zcela přehlížen tzv. **dvoumýtní vysokokmenný les**, který je určitou analogií sdruženého lesa, při které dochází k produkci dřeva ve dvou výškově i věkově odlišných vrstvách porostu; obě však jsou semenného původu. Horní vrstva nemůže mít samozřejmě normální hustotu a zápoj, aby nebyl narušován trvalý vývoj dolní vrstvy.

Zpravidla se ještě rozlišují dvě formy:

- **skutečně dvoumýtní les**, u kterého význam i hodnota produkce jsou rozděleny zhruba rovnoměrně na obě vrstvy. K obnovní těžbě dochází v každé vrstvě časově odděleně.
- **výstavkové hospodářství**, kde hlavní váha hospodářství spočívá jednoznačně na spodní (mladší) vrstvě. Horní vrstvu vytváří jen několik málo stromů na hektar. Výstavky i hlavní porost se těží zpravidla společně. Jako výstavky se ponechávají v porostu stát zpravidla slunné, stabilní dřeviny (borovice, modřín, dub, jasan), které příliš neomezují růst spodní vrstvy. Výstavky tedy přežívají ve spodní vrstvě takřka celé její obmýtní; zpravidla se začínají těžit v první fázi obnovní seče ve spodní vrstvě. Účelem jejich ponechání je dopěstování mohutných vysoce kvalitních kmenů. Za výstavkové hospodářství se nepovažuje ponechání určitého počtu výstavků na holině

(po velmi krátkou dobu) za účelem dosažení přirozené obnovy z těchto jakostních kmenů.

Dvoumýtnost lesních porostů vzniká tak, že pod **stejnověkou horní vrstvou** středního věku, vytvářenou většinou **slunnými dřevinami** (borovice, modřín) se začne vyvíjet **druhá vrstva, zpravidla stinných dřevin**. Takováto konstelace může vzniknout dvěma způsoby:

- Porost slunných dřevin má nedostatečný počet kvalitních vysoce cenných jedinců. Odstraněním velkého počtu nekvalitních jedinců se porost **prosvětlí** tak, aby v něm zůstaly jen kvalitní stromy, které pak nasadí mohutný světlostní přírůst. Současně vznikající zvýšená nabídka světla pod tímto porostem se využívá k vytvoření druhé vrstvy ze stinných nebo polostinných dřevin. Tyto se mohou dostavit přirozenou cestou (náletem), nebo výsadbou v okamžiku prosvětlení.
- Mnohem častější je případ vzniku dvoumýtných porostů po nějaké katastrofě, zpravidla po sněhovém polomu v mladých nebo středně starých porostech (zejména v borových). Zde dochází k vytvoření spodní vrstvy zpravidla výsadbou nebo přirozenou obnovou. Tuto úlohu druhé, hospodářsky významné vrstvy v porostu může často převzít smrk, který se poměrně dobře přirozeně dostavuje do borových porostů.

Posláním horní vrstvy je **tvorba vysoce cenného tlustého dřeva** využíváním světlostního přírůstu. Poněvadž produkce této prosvětlené vrstvy je objemově zřetelně nižší, očekává se významná produkce i od spodní vrstvy, která by ztrátu horní vrstvy kompenzovala. Tato produkce dolní vrstvy je však závislá na hustotě vrstvy horní a na úrodnosti stanoviště. Na lepších stanovištích může být hodnotová produkce obou vrstev vyšší než produkce původního jednovrstevného porostu. Bylo přitom zjištěno, že ve spodní vrstvě trpí tlakem horní vrstvy víc tloušťkový přírůst než výškový. Tím vznikají v dolní vrstvě stromy, jejichž odolnost vůči sněhu a vichřici není příliš velká – mají **vysoký** štíhlostní kvocient ($h:d_{1,3\text{ m}}$).

Od dvoumýtných porostů borovice s dolní vrstvou smrku, který je mladší, vitální a přírůstově nadějný, je nutno odlišit zdánlivě dvouvrstevné porosty těchto dvou dřevin na chudých a suchých stanovištích, kde smrk je většinou **stejně starý jako borovice**, má však zanedbatelný přírůst a produkčně je bezvýznamný.

Výstavkové hospodářství se vyvinulo z holosečného hospodářského způsobu. Již v 16. století některé lesní řády doporučovaly při velkých holosečích **ponechávat semenné stromy**. Ty však byly po dosažení přirozené obnovy poměrně brzy pokáceny. V 18. století začalo docházet ke změně koncepce a semenné stromy se již nekácely ihned po zajištění obnovy, ale ponechávaly se k produkci tlustého cenného dřeva. Tento postup se osvědčil zejména u borovice, kde dosahuje výstavkové hospodářství největší ekonomický efekt.

Ponechávání výstavků má navíc význam i z hlediska tvorby krajiny a estetiky lesa, zejména v příměstských a rekreačních lesích. Zde se tento důvod stává prvořadým a hledisko ekonomické ustupuje do pozadí.

Zásadně je možno konstatovat, že výstavkové hospodářství poskytuje zejména pro borovici a modřín významnou možnost k pěstování mimořádně tlustého a cenného dřeva a že by tato možnost měla být především na stabilních stanovištích **více využívána** než se dosud děje. Přitom by měla být jako následný porost využívána tatáž dřevina jako pro výstavky, i když není vyloučeno použití i jiných stinných nebo polostinných dřevin.

8.6 Péče o porostní zásobu

Péči o porostní zásobu v češtině opisujeme německé výrazy „Vorratswirtschaft“, resp. „Vorratspflege“. Ty označují určitý pěstební systém rozvinutý hlavně v období mezi světovými válkami a stručně definovaný jako trvale uplatňovaný výběr stromů v lesních porostech bez ohledu na jejich věk. Znamená to, že tento výběr se neprovádí pouze ve stadiu výchovy porostů, ale i jejich obnovy, čímž je veškerá těžba dřeva lesního podniku postavena do služeb pěstební péče. Podle tohoto systému **potřebují lesní porosty péči neustále** a je nelogické, že dosavadní hospodářské způsoby rozlišují těžbu výchovnou (výběrem jednotlivých stromů) a těžbu obnovní s charakterem sklizně (obr. 20).

Tento směr názorového vývoje je v lesním hospodářství zcela logický. Proč by se měl porost pěstovat jen do určitého věku, aby pak byl naráz nebo postupně na dílčích plochách likvidován na základě chybného předpokladu (odvozeného ze zemědělské rostlinné výroby), že je již **jako celek mýtně zralý**. Každému pozorovateli lesních porostů musí být zřejmé, že mýtní zralost, stanovená pro porost jako celek jeho věkem, je pouze hrubě rámcová. V každém porostu i nesmíšeném a stejnověkém totiž existuje větší či menší proměnlivost znaků i vývojových stadií, čímž se jedinci téhož druhu do značné míry odlišují od průměrné hodnoty znaků. Tato **individualita stromů** je základem pro trvalý **selektivní výběr**.

Za předchůdce tohoto systému obhospodařování porostní zásoby se považuje EBERBACH (1913, 1920, 1927), který jako první vyslovil princip selekce v obnovní těžbě slovy: „*Špatné padne, lepší zůstává*“. Tento princip je jednostranně orientován na **negativní výběr**, který zejména v listnatých porostech nemůže hospodářsky uspokojit. Přesto jej převzala celá řada autorů do koncepce péče o porostní zásobnu, ale i KRUTZCH (1926, 1938, 1940, 1952) do své koncepce „přírodu sledujícího hospodářského lesa“.

Za teoretika pěstebního systému obhospodařování porostní zásoby se považuje RUBNER (1936). Tuto svou publikaci označil autor za první díl komplexní práce (Die Vorratswirtschaft), jejímiž autory měla být dvojice profesorů lesnické fakulty v Tharandtu Heske a Rubner. Obhospodařování porostní zásoby znamená podle Rubnera především zásadní odklon od holosečného hospodářského způsobu a přechod převážně k výběru jednotlivých stromů i v obnovní těžbě. Veškerá těžba přitom nabývá charakter systematické péče o porostní zásobu oproti dřívějšímu sklizňovému pojetí.

Protože u nás je dnes obhospodařování porostní zásoby již takřka neznámým pojmem, je nutné současné generaci lesníků připomenout, že i v Čechách našel tento pěstební systém ve třicátých a na začátku čtyřicátých let 20. století určité uplatnění, jehož **vliv se přenesl i za hranice**. Přispěli k tomu jednak lesníci na rozsáhlém bývalém schwarzenberském majetku v jižních Čechách (DUSCHEK 1943, 1953 a Heske), které připomíná i REININGER (1987, 2000) a dále lesní hospodář v lesích města Chomutova HEGER (1930, 1935, 1938, 1944, 1948, 1949, 1950, 1952a, 1952b; HEGER, SCHÖNBACH 1955). O výsledcích Hegerova hospodářství v Chomutově publikoval několik informací CÍSAŘ (1959, 1962, 1987). V poslední době u nás tuto problematiku podrobněji zhodnotil POLENO (1999, 2001b). Jedinou novější monografií zabývající se podrobně problémem péče o porostní zásobu na území bývalé Německé demokratické republiky (NDR) zpracoval THOMASIUS (1999).

Neopomenutelným představitelem systému obhospodařování porostní zásoby byl na území České republiky Heger, rodák ze severní Moravy, který po desetileté praxi v Západních Beskydech (Beskid Zywiecki) pracoval od roku 1920 jako vedoucí lesního úřadu Chomutova. Tyto městské lesy (asi 3 000 ha) ležely většinou v nejvyšších polohách Krušných hor (kolem 800 m n. m.) při státní hranici. Převážná část těchto lesů byly smrkové monokultury obhospodařované holosečně. Hegerovy zkušenosti ze Západních Beskyd a jeho intenzivní studium jej dovedly k přesvědčení, že dosavadní holosečné hospodářství neodpovídá daným růstovým podmínkám. Opustil proto tento systém a orientoval se na **péči o porostní zásobu** podle EBERBACHA (1913, 1920). Obnovní těžbu realizoval důsledně výběrem jednotlivých stromů a zavedl tak velice intenzivní **pěstební péči pro každý strom**. Největší důraz přitom kladl na dosud nejslabší článek hospodaření – na **stabilitu a kvalitu stromů**.

Během poměrně krátké doby se mu podařilo intenzivní péčí o porostní zásobu a vyloučením holosečí výrazně snížit dosavadní poškozování porostů (sněhem, větrem a ledovkou) a zvýšit současně produktivitu smrkových porostů. Srovnávacím šetřením zjistil, že nebezpečí polomů koreluje u jednotlivých stromů s jejich korunou. Věnoval proto **zvýšenou péči korunám stromů**, jejichž délka měla být minimálně 40 % výšky stromu.

Běžně prováděnou výchovu porostů Heger kritizoval proto, že do popředí byly stavěny takřka výlučně produkční aspekty, zatímco on **zdůrazňoval hledisko stability** porostů a bezpečnosti produkce. Při provádění probírek rozlišoval dvě formy – výchovu porostů a péči o porosty. První měla sloužit aktivnímu formování mladých porostů opakovanými zásahy, druhá složka zahrnovala – zejména v pokročilejším věku – probíhající výběr (selekcí). S ohledem na její přednostní orientaci na zvyšování hodnoty porostní zásoby ji Heger označoval jako **zusušlechťovací výběr**.

Péče o porostní zásobu, při které byla největší pozornost věnována poškozeným horským smrkovým porostům, se podle Hegera měla realizovat podle těchto **pravidel**:

- Fenotypový výběr – rozhodující pro selekci stromů je jejich vnějším vzhledem se projevující vitalita, zdravotní stav, jejich objemový a hodnotový přírůst, nikoliv jejich rozmístění na ploše porostu.
- Selekcce podle geneticky podmíněných znaků, což byla podpora zjevně autochtonních jedinců (tvar koruny, způsob větvení, ojehlíčení, tvar a barva šišek, rezistence vůči vrcholovým zlomům) a vylučování přírůstově slabých a zaostávajících stromů (nižší stromové třídy).
- Selekcce podle hospodářsky ovlivnitelných znaků, tj. vylučování stromů s krátkými korunami (méně než 40 % délky kmene, vylučování silně poškozených stromů (loupáním, poškozením při těžbě a vyklizování dřeva).
- Selekcce podle zdravotního stavu, tj. vylučování nemocných stromů především červenou hnilobou a václavkou a dále stromů s vrcholovými zlomy.
- Regulace hustoty porostu – prvořadým cílem výchovy bylo pro Hegera zvyšování stability porostů vůči sněhu, ledovce a vichřici. Odmítal proto zásady regulace hustoty porostu z hlediska produkčního i zásady saského porostního hospodářství, jehož cílem bylo dosažení vzájemného krytí porostních složek. Heger uznával pouze vlastní ochranu každého stromu, kterou dociloval správnou délkou koruny a dostatkem růstového prostoru. Touto silnou probírkou chtěl dosáhnout:
 - a) příznivý stav humusu,
 - b) přiměřenou půdní vegetaci a možnost přirozené obnovy porostů,
 - c) stimulaci růstového porostu jednotlivých stromů, což samozřejmě bylo na úkor porostního přírůstu a výše těžby dřeva (rozhodně nešlo o přírůstově optimální hustotu porostu),
 - d) u jednotlivých stromů nejen dlouhou korunu, ale i nízký štíhlostní kvocient ($h:d_{1,3m}$).
- Regulace růstového prostoru – Heger neusiloval o rovnoměrné (pravidelné) rozmístění stromů; v tom viděl přímo rozpor s principem výběru. Výškovou diferenciaci v korunovém prostoru vítal, vytváření skupin a mezer toleroval. Odmítal přitom často rozšířenou obavu z mezer, poněvadž mezery jsou v půdním prostoru plně využívány kořeny sousedních stromů, což znamená nadlepšování jejich růstových podmínek, umožňují včasný nástup obnovy porostu, a to jak přirozené (smrk), tak i umělé (buk, jedle) a přispívají tak k tvorbě vysoce strukturovaných porostů.
- Regulace druhové skladby – příroda vytváří většinou smíšené porosty stanovištně vhodných dřevin, dochází přitom i k vítaným náletům pomocných dřevin (jeřáb, bříza, osika). Při provádění péči o porostní zásobu je třeba udržovat stanovišti odpovídající zastoupení dřevin.

Podle hodnocení těchto selekčních kritérií se nutně dospívá k závěru, že se jedná o silnou podúrovňovou probírku, i když HEGER (1935) hovoří o probírce úrovňové a výslovně zdůrazňuje, že podúrovňová probírka je neúčinná. Heger měl na mysli slabou podúrovňovou probírku.

Chomutovská probírka je sice silná, ale je problematická, pokud jde o stromy 3. třídy (vrůstavé a ustupující), jejichž vztah ke stromům úrovnovým je rozporný – jednak podporují jejich výškový růst, současně však omezují vývoj jejich koruny. Lesní hospodář se musí rozhodnout, která funkce těchto stromů 3. třídy je v daných podmínkách důležitější. Pro Hegera, který usiloval o dobře vyvinuté koruny stromů, bylo většinou důležitější stromy 3. třídy těžít. Hlavně z tohoto důvodu má jeho probírka charakter převážně podúrovňový, i když nevyklučoval ani zásah do úrovně.

Pozitivní výběr ve smyslu SCHÄDELINOVĚ (1942) Heger odmítal, poněvadž na náhorních rovinách Krušných hor je příliš velký počet nekvalitních stromů, které by při pozitivním výběru zůstávaly v porostu. Nepovažoval také za nutné provádět výběr a označování nadějných stromů (stromů plus), které je vhodné především v listnatých porostech - u horských smrků nejsou tak výrazné kvalitativní rozdíly.

Pro objektivní hodnocení jednotlivých stromů zavedl Heger „**faktor hodnotové produkce**“ (Wertleistungsfaktor – WFL), který je násobkem objemového přírůstového procenta stromu (děleného 100) a průměrné ceny dřeva na objemovou jednotku:

$$I_{vol} (\%) \\ WFL = \frac{\quad}{100} \cdot P \text{ (Kč/m}^3\text{)}$$

Postupným vylučováním stromů s nízkým faktorem hodnotové produkce – zejména v pokročilejším věku – usiloval Heger o zvyšování hodnoty produkce v porostech.

Celkově je Hegerovo chomutovské **pojetí péče o porostní zásobu** charakterizováno:

- intenzivní porostní výchovou odpovídající přirozenému procesu vylučování stromů s charakterem silné, převážně podúrovňové probírky,
- komplexním cílovým zaměřením, které nevycházelo jednostranně pouze z produkčních aspektů, ale především s ohledem na zvyšování stability stromů (péčí o koruny), zvyšováním hodnoty produkce (zušlechťovacím výběrem) a péčí o půdu,
- úsilím o přirozenou obnovu, která je důsledkem desítky let konsekventně prováděné péče o porosty přecházející plynule ve výběr jednotlivých stromů,
- přeměnou poškozených smrkových porostů v nestejnověké, přírodě blízké smíšené lesy aplikací modifikovaných postupů péče o porostní zásobu.

Podle CÍSAŘE (1962) bylo cílem Hegerova hospodářství v první řadě zabezpečení porostů proti kalamitám se zvláštním ohledem na rašelinné poměry. Sledování tohoto cíle vedlo v chomutovských lesích ke zlepšení porostních zásob a hlavních produkčních sil lesa, zejména systematickou péčí o koruny stromů a souběžným kvalitativním výběrem. Příznivý vliv péče

o porostní zásobu na stav horských smrkových lesů je nepopíratelný, naproti tomu vliv na **kvalitu těžného dřeva** zůstává problematický, neboť prosvětlováním se vyvinuly mohutné koruny stromů a tím i značně sukaté a spádné dřevo. Zatím neujasněný také zůstal vliv péče o porostní zásobu na **celkovou produkci** hospodářské skupiny, poněvadž je k tomu nezbytná inventarizace zásob. Současné podklady jsou jen těžko srovnatelné s hospodářskými plány z doby klasické hospodářsko-úpravnické metody.

Bohužel značně vysoké koncentrace SO₂ v ovzduší Krušných hor vyvolaly poměrně brzy výrazné škody na lesních porostech a znemožnily připravované komplexní vyhodnocení chomutovského hospodářství.

Heger v rámci péče o porostní zásobu vycházel především z přírodou daných růstových a vývojových procesů jednotlivých stromů. Bylo by možno upozornit, že přitom byly snad až příliš zdůrazňovány autekologické aspekty a některým aspektům synekologickým (např. dynamickým procesům na úrovni lesních ekosystémů) byla věnována menší pozornost.

Heger si za dobu dvacetiletého působení v Chomutově vytvořil vynikající odbornou pozici a získal mimořádný kredit (zejména v německy mluvících lesnických kruzích). Byl jmenován docentem pro obor lesnictví na zemědělském odboru německé Vysoké školy technické v Děčíně-Libverdě. V roce 1938 získal na Vysoké škole zemědělské ve Vídni doktorát na základě disertační práce „Péče o porostní zásobu“. Není proto divu, že byl již v roce 1940 **povolán na Lesnickou fakultu v Tharandtu** (pro obor nauky o produkci), kde byl v roce 1941 jmenován řádným profesorem. Po celou dobu války si však Heger podržel i titul městského vrchního lesmistra v Chomutově s činností odborného poradce.

Heger v Chomutově kategoricky **odmítal přísný prostorový pořádek** hospodářské úpravy lesů. V „Učebnici lesnické péče o porostní zásobu“ se však vyjádřil již opatrněji. *„Úspěšný rozvoj techniky pro pěstování lesů a podpora myšlenky péče o porostní zásobu umožňují německému lesnímu hospodářství osvobodit se z těsných pout prostorového pořádku. Současně však musíme dbát, abychom z jednoho extrému neupadli do extrému druhého. Přednosti, které má pasečné hospodářství, je třeba uznat a smysluplně i v budoucnu využívat“.*

Souhrnně je možno konstatovat, že Heger ve své učebnici péče o porostní zásobu poskytl na pouhých 150 stránkách lesníkům lehce srozumitelné **kompodium své strategie pěstování lesů**. Kniha byla přeložena i do slovenštiny a pod názvem „Pestovanie zásoby lesného stromovia“, vydána v Bratislavě v r. 1962. Bylo to poněkud opožděné vydání, poněvadž v roce 1961 již došlo v NDR ke změně kurzu v pěstování lesů a koncepce péče o porostní zásobu byla zcela odmítnuta.

Tato narychlo zformulovaná koncepce, vycházející z nevelkého komplexu chomutovských lesů (a zčásti i z výsledků Krutzschova hospodaření na lesní správě Bärenfels), měla samozřejmě své

nedostatky – především v tom, že byly výsledky z malého přenášeny do velkého, čímž se nevyvarovala schematizmu (nedocení místních podmínek). Již v této učebnici a ještě více v později vydané publikaci vzbuzoval HEGER (1954) přehnané naděje na zvyšování přírůstu uplatňováním péče o porostní zásobu, a to tím, že poukazoval na příznivé výsledky z Chomutova a z Bärenfelsu. V roce 1956 však Heger na akademickém dnu lesnické školy v Tharandtu varoval před těmito přehnanými nadějemi. Upozorňoval, že vysoké přírůsty předpokládají vysoké porostní zásoby, které však v zemi nejsou. Bylo však již asi příliš pozdě.

Docházelo často k naprostému odmítání časového a prostorového pořádku v lesích. Velice progresivní, ale málo zkušené lesníci zapomněli, že pokud pracují s lesy pasečného charakteru, nelze ze dne na den zcela opustit všechny časové a prostorové kategorie – např. mýtní články, vzájemnou ochranu porostů a ostatní prvky vnější prostorové úpravy.

I když nelze upřít ani určité přednosti realizovanému postupu péče o porostní zásobu, především intenzifikaci výchovných zásahů a ústup od holosečí (holin bylo v NDR asi 300 tis. ha), nemohl tento směr uspět, poněvadž předpisy těžby dřeva stále ještě vysoko překračovaly přírůst. Staré porosty se proto dále nadměrně proědovaly, půda stále více zabuřeňovala a pokud se výsadby ještě podařily, pak trpěly stále se zvyšujícími stavy zvěře.

8.7 Přírodu sledující lesní hospodářství

Přírodu sledující lesní hospodářství je velmi široký pojem, pod který lze zařadit všechny hospodářské způsoby s výjimkou holosečného. Ideovým předchůdcem tohoto směru byl GAYER (1880), který jako protiklad k tehdy masově uplatňovanému holosečnému hospodářství se smrkovými monokulturami obrátil pozornost na **možnosti a přednosti smíšených lesů vznikajících maloplošnou, převážně přirozenou obnovou**. V severním Německu tyto Gayerovy představy rozpracoval MÖLLER (1920, 1921, 1922) do známého ideálu lesa neustále plně tvořivého (Dauerwald). Tento poněkud nejasný název změnili KRUTZSCH, WECK (1935) na přírodu sledující hospodářský les (naturgemässer Wirtschaftswald) a pěstební systém k němu vedoucí na přírodu sledující lesní hospodářství.

Pojem „**přírodu sledující**“ vyjadřuje požadavek, aby les svým dřevinným složením, svou výstavbou a způsobem hospodaření odpovídal požadavkům stanovištní trvalosti a jeho úkolům. Termínem „hospodářský les“ mělo být vyjádřeno, že les má jako hlavní poslání plnit národohospodářské požadavky při plném uplatňování dlouhodobých ekonomických hledisek. Tak byla nalezena jednoduchá definice, pod kterou je možno zařadit (kromě holoseče) všechny pěstební postupy.

Po druhé světové válce zažil Möllerův ideál lesa neustále plně tvořivého do jisté míry překvapivou renesanci, a to jak ve Spolkové republice Německo (SRN), tak i v bývalé Německé demokratické republice (NDR).

Přírodu sledující hospodářský les byl v bývalé NDR charakterizován těmito vlastnostmi:

- hloučkovitě až skupinovitě nestejnověký smíšený les vytvářený stanovištně vhodnými dřevinami geograficky vhodného původu,
- porostní zásoba se měla pohybovat na optimální výši a tak poskytovat maximum vysoce hodnotného dřeva při zachování všech ekonomických a krajinářských požadavků,
- porostní struktura měla odpovídat přírodnímu vzoru,
- těžba dřeva se řídila zásadou: „To nejhorší padne nejdřív, to nejlepší zůstává“.

Tento způsob pěstování lesů byl krátce po Krutzschově smrti opuštěn a nahrazen koncepcí „**stanovišti odpovídajícího pěstování lesů**“ (WAGENKNECHT et al. 1956).

Vývoj v západním Německu byl odlišný. Zde se při realizaci „přírodu sledujícího lesního hospodářství“ vytvořila skupina pokrokových lesníků, ke které patřili zejména DANNECKER (1952), von OW (1951), WECK (1950), WOBST (1954) aj. Toto sdružení si dalo název Pracovní společenství pro přírodu sledující lesní hospodářství (Arbeitsgemeinschaft für naturgemässe Waldwirtschaft – ANW). Ve východním Německu patřili k zakládajícím členům tohoto společenství Krutzsch a Blanckmeister. Toto pracovní společenství si v zakládacím provolání stanovilo za cíl „nahradit převážně stejnověké, málo diferencované a většinou labilní monokultury nově koncipovanými lesy se sníženými riziky hospodaření, stupňovitě uspořádanými, nestejnověkými, složenými ze stanovištně vhodných dřevin. Plošný způsob s holosečnými a krátkodobými obnovními postupy je třeba převést na **pěči a těžbu jednotlivých stromů** tak, aby v časově pokud možno dlouhých obdobích byl **vypěstován následný porost pod clonou** předchozí generace lesa, která se současně využívala ke zvýšené produkci tlustého a vysoce hodnotného dřeva. Současně je třeba dbát, aby s touto vysokou, trvalou, bezporuchovou, ne technicky, ale **biologicky automatizovanou produkcí** cenného dřeva byla optimálně chráněna a dlouhodobě na vysoké produkční úrovni zachovávána vlastní základna produkce – **lesní půda**. Tento způsob hospodaření je jeví také jako nejvhodnější pro trvalé zachování ochranných a rekreačních funkcí lesa“ (ANW 1950).

Zde je třeba zvláště zdůraznit poprvé jasně formulovanou myšlenku biologické automatizace, respektive autoregulace hospodářských opatření, které lze docílit přiblížením hospodaření přírodním procesům podle zásady nechat více působit vnitřní síly a zdroje. Vyspělé lesní hospodářství, založené na poznání podstaty a vlastností lesního ekosystému, totiž nevynakládá živou práci a finanční prostředky na to, co může vykonat sama příroda.

Tato biologická automatizace, resp. autoregulace, se projevuje v několika úsecích lesnické činnosti zejména:

- péči o úrodnost půdy (omezením ztráty živin, trvalým porostním krytem),

- přirozenou obnovou lesa,
- zvýšením podílu přirozeného odumírání mladých stromků (autoredukce), působením dlouhodobého zástínu, který umožňuje do značné míry snížit výchovné zásahy v nejmladších porostech,
- podporou samočištění kmenů od větví (také zástínem),
- ponecháním likvidace klestu po těžbě přírodním procesům.

Protože se jedná o výrazné omezení nákladných druhů práce, kryje se zde ekologický aspekt s hlediskem ekonomickým.

V praxi spojovala toto pracovní společenství pouze **základní myšlenka odporu vůči holosečím a pasečnému lesu** věkových tříd a dále společný obnovní cíl, tj. hospodaření podle vzoru přírody. V detailech praktického uplatňování těchto obecných zásad však byly mezi jeho členy značné rozdíly, zejména pokud šlo o zachování určitého prostorového pořádku v lese, zejména v zájmu bezškodného kácení a vyklizování dřeva a o konečný cíl hospodaření – zda jím je či není výběrný les.

Von Ow (1951) ve svém zásadním programovém příspěvku, poskytujícím vysvětlení pojmů a cílů přírodu sledujícího lesního hospodářství, přehodnotil vpředu uvedenou nedostatečnou Krutzschovu a Weckovu definici a nově označil přírodu sledující lesní hospodářství jako *„individuálně probíhající využívání přírůstových potencií v lesním porostu k dosažení nejvyšší možné, optimálně zabezpečené a trvale probíhající produkce dřeva nejvyšší kvality“*. Ve vysvětlení této definice zdůrazňuje zejména individualitu každého lesního porostu spočívající v rozdílné hodnotě a přírůstové potenci každého **stromu**. Tato různorodost nemůže být nikdy využita při kolektivním (plošném) obhospodařování lesů, např. při plošně prováděné těžbě dřeva. Přírodu sledující lesní hospodářství znamená **individuální přístup ke každému stromu**, individuální péči o něj a jeho individuální těžbu. Cílem hospodaření není zdárná obnova lesa, což byla a dosud možná je představa mnohých lesníků, ale dosažení co nejvyšší a nejhodnotnější produkce. Pod pojmem produkce jsou v tomto pojetí implicitně zahrnuty i společensky žádoucí funkce lesa.

V uvedené definici je obsažen i požadavek bezpečnosti produkce, který je nutný s ohledem na trvale se zvyšující objem nahodilých těžeb a požadavek trvalosti produkce zahrnující i udržení a pokud možno zvyšování produkčních sil ekosystému lesa.

Definice vědomě neuvádí jakékoliv prostorové a časové uspořádání lesa, které bylo perfektně zpracováno v koncepci WAGNERA (1923). Požadavek optimálního využívání produkčního potenciálu lesa stojí totiž nutně v rozporu s koncepcí časového a prostorového pořádku. Přesto však von Ow uznával, že odmítnutí prostorového pořádku je možné pouze podmíněně, pokud nebude produkce dřeva ohrožena později prováděnou těžbou a vyklizováním. Při rozhodování o nezbytnosti prostorového pořádku je však třeba uvážit:

- jak je velká oběť, kterou by bylo třeba prostorovému pořádku přinést a zda výhody prostorového pořádku tuto oběť mohou kompenzovat,
- že škody těžbou a následným vyklizováním nejsou při šetrném provádění tak velké, jak se někdy (zejména nezkušeným lesníkům) zdá, a že mohou často představovat jen určitou formu redukce přehoustlých náletů a nárostů, které se samy brzy opět zapojí.

Časové uspořádání (různá obnovní schémata) však von Ow kategoricky odmítá. Jeden ze spoluzakladatelů Pracovního společenství pro přírodu sledující lesní hospodářství – BLANCMEISTER (1956) – však byl horlivým zastáncem časového i prostorového pořádku v lese. Ve vysvětlivkách k uvedené definici přírodu sledujícího lesního hospodářství von Ow zdůrazňoval, že **věk stromů není rozhodně kritériem pro jejich mýtní zralost** – tím může být jedině zdravotní stav stromů, jejich přírůstová potence a možnost dalšího zvyšování hodnoty produkce. Z tohoto pohledu se snižuje i význam obmýtní doby jako regulátoru obnovní těžby. Von Ow označil dobu obmýtní jako jeden z hlavních mechanismů kolektivistického obhospodařování lesů, a proto zásadně odmítal les věkových tříd, aniž by však blíže uvedl jaký les je cílem přírodu sledujícího lesního hospodářství.

Vedle diametrálně odlišných názorů na prostorové a časové uspořádání lesů je **rozdíl v představě cíle** přírodu sledujícího lesního hospodářství dalším z markantních ukazatelů diferenciacie členů Pracovního společenství pro přírodu sledující lesní hospodářství. Von Ow v citovaném článku psal doslova: *„Přírodu sledující lesní hospodářství neznamena žádný návrat k přírodnímu lesu nebo dokonce k pralesu, jak se to často chápe. Toto hospodářství také rozhodně nechce přecházet do výběrného lesa“*. Naproti tomu DANNECKER (1951a) nechtěl nijak bránit tomu, aby při péči o porostní zásobu přešel les sám od sebe do výběrného tvaru. Proto také tvrdil, že *„pojmy jako obmýtní doba, prostorový a časový pořádek jsou cizí nové škole pěstování lesů“*. Neuznával také rozdělování těžby na předmýtní a mýtní, neuznával žádné druhy a stupně probírek – znal pouze jeden způsob pěstební péče o les uplatňující výběrné principy po celou dobu života stromů a tímto způsobem sledoval zvyšování objemu a kvality produkce. Charakteristické je pro Danneckera také to, že nejlepší vyjádření podstaty přírodu sledujícího lesního hospodářství nacházel u švýcarského propagátora výběrných lesů AMMONA (1937).

Pro praktické pěstování lesů znamená přírodě blízké lesní hospodářství odmítnutí jakýchkoliv schémat či dogmat (zejména ve stadiu obnovy lesa) a nástup k nepředpojatému a všestrannému **využívání biologických sil lesa** při uplatňování vědeckých poznatků i praktických zkušeností. Poněvadž všechna pěstební opatření se uskutečňují uplatňováním péče o porostní zásobu, přenáší se hlavní váha pěstování lesů z obnovních postupů na výchovu porostů, na kterou organicky navazuje ve starších porostech v principu stejné uplatňování výběrných principů. To znamená, že i obnovní těžba se realizuje **výběrem jednotlivých**, relativně horších a méně přirůstavých **stromů**.

Základní koncepce Pracovního společenství pro přírodu sledující lesní hospodářství byla postupem doby několikrát upravována, rozšiřována a precizována – WOBST (1954, 1979), HASENKAMP (1982), RUDOLF (1993). Les byl v duchu těchto úprav posuzován celostně (holisticky) spolu se svým prostředím a vnitřní dynamikou jako ekosystém, což odpovídá již modernímu pojetí lesa. V pořadí zájmu však byla stále ještě produkce dřeva - biologie však měla mít přednost před technikou. Místo požadavku na pěstování lesa přizpůsobené mechanizačním prostředkům byl vysloven požadavek na mechanizaci odpovídající lesu.

Stanovišti odpovídající **smíšené porosty** by měly přispívat k udržení zdravotního stavu lesa, k zachování přirozených růstových podmínek i k udržení jejich produkční schopnosti a ke zvýšení stability porostů. K mobilizaci přirozené růstové a produkční potence lesa je bezpodmínečně požadován **odklon od holosečí**. Na jejich místo nastupuje **hospodaření s každým jednotlivým stromem**, které je diferencováno podle biologických požadavků dřevin a přizpůsobováno jejich individuální myšlné zralosti. Obnova lesů se uskutečňuje v největší možné míře přirozenou cestou a výchova probíhá v polostínu mateřského porostu nebo aspoň výstavek. Uplatňování výběrných principů s tendencí trvalosti těžeb v každém jednotlivém porostu vede k dlouhým obnovním dobám a k trvalosti podstaty lesa. Tento přírůstu odpovídající trvalý postup těžeb ve spojení s přirozenou obnovou lesa má vést k **trvale tvořivému lesu** (Dauerwald), což je forma lesa stojící mezi podrostečně obhospodařovaným pasečným lesem a lesem výběrným. Místo normálních zásob, které představují minimum pro trvalost produkce, se požaduje optimální výše porostních zásob, která by umožnila nejvyšší možnou hodnotovou trvalou produkci.

Dynamické myšlení v hodnotách vyžaduje odklon od horizontálního zápoje, od normálního stavu věkových tříd, od věku jako kritéria obnovní těžby a úplnou volnost korun nejhodnotnějších stromů. Těžiště produkce se přesouvá k tlustým stromům na úkor tenkých sortimentů. Umění lesního hospodáře spočívá v tom, že reguluje těžbu starších stromů tak, aby hodnotová produkce kvalitních stromů zůstala zachována co nejdéle, ale současně byly podporovány i nárosty tam, kde je to třeba. Nedílnou součástí tohoto způsobu hospodaření je **stálá produkční a hodnotová kontrola** k přezkušování cílů, která tak umožňuje dospívat k lesu tloušťkově i hodnotově bohatšímu.

Veškeré přeměny a přestavby způsobů hospodaření se realizují jen velice pomalu a opatrně. V protikladu k ostatním hospodářským způsobům zde neexistují žádné detailní pokyny pro hospodaření, a proto se přírodu sledující lesní hospodářství realizuje podnik od podniku rozdílným způsobem. Chceme-li tedy rozumět, co znamená přírodu sledující hospodářský les, je nutné takto hospodářící podniky navštívit.

Přírodu sledující lesní hospodářství důsledně opustilo velko- i maloplošné holé seče, pracuje dlouhodobě clonnými nebo výběrnými sečemi a vytváří tak optimální ekologické podmínky. Nepochopením by však byla představa, že přírodu sledující lesní hospodářství vede k přirozeným

lesům. Tento hospodářský způsob představuje velmi náročné postupy k zajištění krajinářsky a ekologicky žádoucího stavu hospodářského lesa.

Po **produkční stránce** spočívá přírodu sledující lesní hospodářství na dvou faktorech:

- **světlostním přírůstu**, který je možný i u starších stromů,
- **produkci tlustého dřeva**, která vede k vysoké hodnotové produkci.

Tyto produkční cíle nutně vedou k určitému prosvětlení porostů. Produkční ztráty nemusí být s tímto stavem spojeny, pokud se bezodkladně dostavuje **spontánní přirozená obnova** a vytváří tak druhou porostní etáž, která je v ideálním případě základem pro trvale víceetážovou výstavbu.

Poměrně málá **produkční šetření**, která byla dosud v takto obhospodařovaných lesích provedena, naznačují, že je přinejmenším možné **zvýšit hodnotovou produkci**. Všechna šetření a úvahy, které byly z produkčního hlediska provedeny v porostech obhospodařovaných clonnou sečí, v dvoumýtních lesích, výstavkovém hospodářství a ve výběrném lese, je možno přenášet na určitá stadia přírodu sledujícího hospodářského lesa. Jestliže by se podařilo uplatňováním principů přírodu sledujícího lesního hospodářství zlepšit velkoplošně **stabilitu hospodářských lesů** a současně hlavní váhu produkce přesunout na tlustší dřevo, než je to možné v pasečném lese, pak již to samo o sobě by znamenalo značný hospodářský úspěch.

I když dosud jen malá část plochy lesů je obhospodařována podle uvedených principů, je význam této koncepce veliký. Členové pracovního společenství pro přírodu sledující lesní hospodářství jsou velmi pracovití a pro společnou věc angažovaní lesníci, kteří rádi předvádějí výsledky jejich nekonvenčního, ale i ekonomicky úspěšného pěstování lesů. Tak pokračují diskuse, které otevřel Möller svým lesem neustále plně tvořivým na vyšším stupni poznání. Tato diskuse byla po dlouhou dobu vedena s takřka mesiášským zaujetím – což platí i pro odpůrce – ale v poslední době nabývá již střízlivou a věcnou formu opírající se o výsledky v dlouhodobě takto obhospodařovaných vzorových lesích, které jsou nepopíratelné. Vyplývá z nich, že konsekventní odmítnutí holé seče, systematické vytváření smíšených porostů, využívání přirozené obnovy lesa, oddalování domýtních těžeb k dosažení produkce tlustého a cenného dřeva podle koncepce přírodu sledujícího hospodářského lesů je možné a výhodné. V této souvislosti je vhodné připomenout odpověď vlastníka lesa Bärenthoren (von KALITSCHKE 1911) na Möllerovu otázku, jak dospěl k nekonvenčnímu stavu svých lesů: „*Nedělám nikdy holoseče a probírám svůj celý les každoročně tak, jak si těžbu sám vyznačuji*“. Také stav četných dalších přírodu sledujících lesních podniků je možno vysvětlit intenzivní angažovanou prací vlastníků lesa a jejich lesního personálu ve všech kategoriích.

Početné delegace českých lesníků na lesní podnik barona von Roterhana v Rentweinschdorfu poznaly, že i dnešní vlastníci lesů mají ke svému majetku podobný osobní vztah, jak o tom informoval POLENO (1998). Nejsou to však jen lesy v soukromém vlastnictví, které uplatňují tak

náročný způsob hospodaření jako je přírodu sledující lesní hospodářství. Angažovanost a nadšení lesních hospodářů a lesního personálu měli možnost sledovat – spolu s vynikajícími výsledky hospodaření – i čeští lesníci také na řadě státních lesních závodů. Byly to zejména lesní závody v Dolním Sasku:

- **Erdmannhausen**, jehož část je tímto způsobem obhospodařovaná již od roku 1895 s převážně nestejnověkými smíšenými porosty vzniklými dlouhodobou přeměnou prováděnou výběrnou těžbou v původně borových monokulturách,
- **Stanffenburg**, kde se přírodu sledující lesní hospodářství uplatňuje od roku 1943 a vývoj lesa je již od roku 1950 sledován matematicko-statistickými metodami, takže poskytuje cenné údaje zejména o stavu porostních zásob a přírůstu. V komplexu státního lesa (2 202 ha) je dnešní zastoupení dřevin - buk (60 %), dub (6%), ostatní listnáče (13 %), smrk (14 %), douglaska (1 %), ostatní jehličnaté (6 %). Roční běžný přírůst na hektar dosahuje $11,4 \text{ m}^3$ při porostní zásobě $320 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$,
- **Bovenden**, jehož skladbu vytvářejí z 98 % listnaté dřeviny – převážně buk lesní (72 %), ostatní listnáče (javor mléč, lípa malolistá, jilm horský, jeřáb břek, jasan ztepilý a habr obecný (26 %). Zbývající 2 % připadají na smrk ztepilý. Lesní závod se zaměřuje na produkci tlustého mimořádně hodnotného dřeva. Dokladem této vysoké hodnoty dřeva je v roce 1997 v dražbě prodaný kmen břeku dýhárenské kvality za cenu $16\,205 \text{ DM} \cdot \text{m}^{-3}$, což je nejvyšší cena, jaká byla kdy v Německu za dřevo zaplácena.
-

Na tyto lesní závody směřovaly exkurze účastníků 3. mezinárodního kongresu organizace PRO SILVA EUROPA. U nás známý je i lesní závod Eibenstock v Krušných horách. V České republice nejznámějším zahraničním objektem s tímto přírodu sledujícím hospodařením je pravděpodobně les kláštera Schögl na rakouské straně Šumavy přímo za státní hranici s ČR. Popis hospodaření (REININGER 1987) byl přeložen do češtiny (1997). Úspěšné výsledky tohoto způsobu hospodaření je však možno zhlédnout i v České republice na četných objektech, kde však nejsou dosud tak dlouhodobé výsledky jako na uvedených zahraničních lesních závodech. Poněvadž idea přírodu sledujícího lesního hospodářství již překročila hranice Německa a došlo k její internacionalizaci sdružením lesníků v mezinárodní organizaci **PRO SILVA**. Ustavena byla v r. 1989 na zasedání ve Slovinsku. V roce 1996 vyšly trojjazyčně (anglicky, německy a francouzsky) zásady této organizace pro hospodaření v lesích (PRO SILVA 1996). Tyto zásady byly také přeloženy do češtiny (1996) pro členy národní sekce PRO SILVA BOHEMICA.

To, co bylo řečeno vpředu o způsobu hospodaření Pracovního společenství pro přírodu sledující lesní hospodářství, platí v zásadě i pro představy o hospodaření organizace PRO SILVA EUROPA. Není to tedy žádný nový ani jednoznačně definovaný způsob hospodaření, který je charakterizován pouze základní myšlenkou zřeknutí se holosečí a uplatňováním výběrných principů při zachování trvalosti lesního porostu na celé ploše lesa. I když někteří představitelé tohoto hnutí si za těmito základními myšlenkami představují výběrný les (a řada formulací zásad

PRO SILVA tomu napomáhá), není tento cíl jednoznačně deklarován. Z řady uvedených požadavků, které má les plnit a jak v něm proto má být hospodařeno zejména z požadavku na jednotlivě nebo skupinovitě prováděnou těžbu dřeva v dlouhých obnovních dobách, lze dedukovat, že většinou představou je asi pasečný les obhospodařovaný pomítně skupinovitě clonným způsobem (Femelschlabetrieb) popř. les stojící mezi takovým lesem pasečným a lesem výběrným (označovaný v němčině jako Femelwald).

Lesní hospodářství podle zásad PRO SILVA je strategie, která optimalizuje udržení, ochranu a obhospodařování lesních ekosystémů tak, že lesy Evropy mohou plnit své četné socioekonomické funkce trvale a rentabilně. Tím se PRO SILVA hlásí k **celostnímu pojetí** a řízení lesních ekosystémů a zahrnuje pod ně hospodářské a mimoprodukční cíle. Ve smyslu trvalosti zahrnující všechny funkce má PRO SILVA za to, že lesy Evropy mohou plnit **čtyři hlavní funkce** – přírodní, ochrannou, produkční a kulturní.

Pro tyto čtyři funkce pak PRO SILVA doporučuje základní prostředky k zajištění funkční schopnosti lesního ekosystému. Základní principy PRO SILVA vycházejí tedy z jiných předpokladů než zásady Pracovního společenství ANW. Proto také mezi oběma texty dochází k rozdílům. Obecně je možno konstatovat, že základními **principy PRO SILVA** více zdůrazňují ekologický význam lesa. PRO SILVA se sice hlásí také k obhospodařování a využívání v něm narůstající dřevní hmoty, poněvadž produkční funkce lesních ekosystémů je základem a předpokladem ekonomické trvalosti hospodářského lesa. Rovnoměrná a optimální produkční funkce je však možná jen tehdy, když současně zůstává zachována ochranná funkce. To vylučuje výrobní strategie, které ochrannou funkci přehlížejí.

Se zřetelem na všeobecné zásady trvalosti jsou podstatnými prvky produkční funkce:

- udržení půdní úrodnosti,
- zajištění kontinuity lesní přírody a produkce dřeva,
- udržení přirozených energetických a látkových koloběhů.

PRO SILVA proto doporučuje celou řadu prostředků k zajištění produkční funkce. Kromě zřeknutí se holosečí požaduje např. **trvalý zápoj** na ochranu půdní úrodnosti, udržování porostní zásoby na optimální výši, snahu o rovnováhu mezi přírůstem a těžbou na co nejmenších plochách, opuštění pojmu obmýtí jako měřítka okamžiku sklizně stromu a porostu (zde jde zřejmě o nepochopení pojmu obmýtí, které ani v pasečném lese není měřítkem okamžiku těžby porostu, o těžbě stromu již ani nemluvě), plynulou obnovu lesa jako integrální součást péče o les apod. Mnohé z těchto požadavků jsou splnitelné jen ve výběrném lese.

Zásady PRO SILVA se zabývají i **biodiverzitou**. Jedním ze základních cílů lesního hospodářství podle zásad PRO SILVA je udržení a zlepšení všech hodnot lesa, jak těch, které se vztahují na lidskou společnost, tak i těch, které jsou přírodní hodnotou lesa. K nim náleží celé spektrum všech životních forem a organismů, které se v lese vyskytují. Soubor všech organismů žijících

v určitém lesním ekosystému je výrazem jeho specifické druhové diverzity. Druhová diverzita tedy zahrnuje jak vyšší a nižší rostliny a živočichy, kteří mají pro člověka komerční nebo obecně společenský užitek, tak i druhy bez tohoto užtku. Tato definice biodiverzity převedená do praxe lesního hospodářství znamená (v konkrétním případě), že nsmíšený vrbový porost přirozeného původu s podrostem kopřivy má vyšší biodiverzitu než kvalitní smíšený lesní porost. V případě vrbového porostu je zachována vysoká biodiverzita nižších druhů rostlin a živočichů.

V otázce **introdukovaných dřevin** zaujímá PRO SILVA dosti tolerantní stanovisko. Přestože vegetační model lesa podle lesních oblastí představuje přírodní hodnotu a měl by být proto akceptován jako důležitá základna všech pěstebních opatření, má PRO SILVA za to, že cizí dřeviny mohou za určitých okolností přírodní model obohatit a zvýšit lesnický výnos. Cizí dřeviny však mohou být použity jen po pečlivém kvalitativním a kvantitativním odzkoušení, aby byly vyloučeny problémy s pěstováním introdukovaných dřevin – expanze do nik využívaných autochtonními druhy, zhoršování stanoviště, rozšiřování chorob, nedostatečné zapojení do ekosystému a neschopnost přirozené obnovy. Je samozřejmě vyloučena výlučná nebo převažující kultivace introdukovaných dřevin. Introdukovaná dřevina musí být přizpůsobivá klimatu a stanovišti, nesmí být agresivní a měla by se postupně začlenit do autochtonní vegetace.

PRO SILVA považuje lesní ekosystém za nejdůležitější organickou přírodní součást každé krajiny. Celostní pojetí lesního ekosystému a jej obklopující krajiny umožňuje takové obhospodařování lesa, který má příznivý **vliv na celou krajinu**, tzn. mozaiku různých ekosystémů.

Závěrem je možno konstatovat, že ne všichni členové Pracovního společenství pro přírodu sledující lesní hospodářství souhlasí se všemi body zásad PRO SILVA.

V poslední době se stále častěji přechází od původního označení přírodu sledující (naturgemässe) lesní hospodářství k názvu **přírodě blízké (naturnahe) lesní hospodářství**, přestože původně byl tento název, který naznačoval určitou pasivitu lesního hospodáře, zásadně odmítán. Svědčí o tom nejen německý název organizace PRO SILVA uvedený v zásadách hospodaření, tak i jejich obsah. Je přitom zajímavé, že v anglickém názvu (odvozeném pochopitelně z názvu německého) zůstalo zachováno označení „přírodu sledující“ (Management which follows natural processes).

8.8 Trvale udržitelné obhospodařování lesů

Pod pojmem trvalosti (trvalé udržitelnosti) obecně rozumíme snahu o zachování stavu působení určitého systému na sledované úrovni při dlouhodobém udržení nebo zlepšení systémových zdrojů. Tato definice naznačuje, že trvalost je třeba chápat v souvislosti s lidským jednáním, že je možno ji aplikovat na nejrůznější systémy, a že má také určitou etickou náplň.

Toto pojetí trvalosti v lesním hospodářství (samotný tento termín, v němčině Nachhaltigkeit), které poprvé uvedl a definoval von CARLOWITZ (1713), se pochopitelně dále vyvíjelo, rozlišovalo a měnilo. Podle Carlowitzovy definice je trvale udržitelná těžba dřeva možná jen tehdy, když **produkční prostředky lesa budou zachovány**, a to plánovanou **regulací těžby** a opětovným povinným **zalesněním**.

Stále zřetelněji se přitom projevoval i zmíněný etický efekt – **zájem o budoucí generace**, který zdůraznil zejména HARTIG (1808) slovy, že „*výše těžby dřeva musí být v lesním hospodářství regulována tak, aby na příští generace zůstal aspoň takový podíl, jaký si přisvojují generace současné*“. S vývojem lesního hospodářství a společenského hodnocení lesů, které již nechápe les pouze jako továrnu na dřevo (lignikulturu), ale současně hodnotí i ostatní – zejména mimoprodukční – funkce lesa pro krajinu a pro životní prostředí, byla do uvedeného principu trvalosti postupně zahrnuta i trvalost nehmotných užitků a služeb lesa.

V současnosti ovládá idea trvalosti veškeré dění v lese, jak již zdůraznil významný švýcarský vědecký pracovník ZÜRCHER (1993) názvem svého článku: „Lesní hospodářství bude buď trvale udržitelné, nebo nebude vůbec“. Nyní se v souvislosti s vážným stavem většiny lesů na celém světě jeví jako nutnost překonat tradiční pojem trvalosti, zaměřený pouze na výstupy z lesa (ať již hmotné či nehmotné) a zaměřit se na trvalost ekosystémů lesa. Přitom se však trvalostí hospodaření v lesích či trvalostí obhospodařování lesů míní, že nejde o fundamentalistický ideál návratu k člověkem neovlivňované přírodě a k přírodním lesům, ale o **trvalé udržení hospodářských lesů se všemi jejich atributy** včetně regulované těžby dřeva.

Bohužel se však v minulosti nikdy nepodařilo tento princip trvalosti zcela **rozvinout do všeobecné platnosti**, která je ideálu trvalosti bezpochyby dána. I když je možno princip trvalosti rozumově vydedukovat a odůvodnit, historie ukazuje, že k jeho důslednému prosazení musela vždy přispět nouze – nouze o dřevo, nouze o ostatní užitky lesa a nakonec i nouze o les sám. Je tomu tak proto, že okamžité zřeknutí se určitých statků, užitků a výnosů ve prospěch pozdějších, o nichž není vůbec jisté, zda skutečně budou k dispozici a v jakém množství, je vždycky těžké. Nyní dosahovaný výnos je pro člověka cennější než výnos budoucí, později přicházející škoda se jeví méně zlou než škoda současná. Tento lidský pochopitelný myšlenkový pochod nese odpovědnost za mnohé nebezpečné a těžko řešitelné problémy současnosti, jejichž hodnocení se taktéž vyvíjí.

Trvale udržitelnému rozvoji pak byla věnována **vrcholná konference OSN o životním prostředí a rozvoji**, která proběhla v Rio de Janeiru v roce 1992 za účasti zástupců 172 států světa. Signatářské státy podepsaly celou řadu dokumentů, z nichž nejvýznamnější jsou:

- Rio – deklarace o životním prostředí a rozvoji, která obsahuje 27 zásad pro trvale udržitelný rozvoj soužití člověka s přírodou,

- Agenda 21, což je na 800 stránkách vypracovaný program pro životní prostředí, v němž např. kapitola 11 vyhlašuje boj proti odlesňování,
- Rezoluce o biologické diverzitě, která se velmi dotýká lesního hospodářství,
- Zásady hospodaření v lesích, známé jako „Statement of forest principles“; toto prohlášení obsahuje principy pro obhospodařování, využívání a trvale udržitelný rozvoj lesů, mezi nimiž je i princip trvale udržitelného obhospodařování lesů (Sustainable management of forests) požadující, aby *„lesní zdroje a lesní půda byly trvale obhospodařovány takovým způsobem, který odpovídá sociálním, ekonomickým, ekologickým, kulturním a duchovním potřebám současných i budoucích generací“*. Je zřejmé, že jde o proklamativní cíl z hlediska životního prostředí, nic neříkající o konkrétních způsobech hospodaření v lese.

Tato obecná formulace byla dále rozpracována a zpřesněna v rezoluci H-1, přijaté na **ministerské konferenci v Helsinkách** (1993) za účasti ministrů zodpovědných za lesní hospodářství ve všech státech Evropy. K definici trvale udržitelného obhospodařování lesů, které znamená *„správu a využívání lesů a lesní půdy takovým způsobem a v takovém rozsahu, které zachovávají jejich biodiverzitu, produkční schopnost a regenerační kapacitu, vitalitu a schopnost plnit v současnosti i v budoucnosti odpovídající ekologické, ekonomické a sociální funkce na místní, národní a globální úrovni, a které tím nepoškozují ostatní ekosystémy“*, byly připojeny **Všeobecné zásady**, které ve 12 bodech obsahují hlavní principy tohoto způsobu hospodaření. Patří k nim zejména:

- vyloučení takové lidské činnosti, která vede přímo či nepřímo k nevratným poškozením lesních půd a stanovišť, flóry, fauny a funkcí lesa,
- zvyšování odolnosti a přizpůsobivosti lesních ekosystémů vůči stresům (včetně ochrany proti hmyzím škůdcům, chorobám, zvěři a dalším škodlivým činitelům),
- při pěstování lesů podpora způsobů napodobujících přírodu,
- preference původních dřevin a místních proveniencí, které by neměly být využívány vně areálu svého přirozeného rozšíření,
- genetickým výběrem upřednostňovat adaptační vlastnosti na úkor vlastností produkčních,
- podpora využívání dřeva a ostatních produktů lesa.

Termín trvale udržitelné hospodaření v lesích bohužel nevystihuje to nové a nejdůležitější v tomto systému – ekologické pojetí hospodaření v lesních ekosystémech. Trvalá udržitelnost je již pouze důsledek ekologického přístupu a celostního pojetí lesních ekosystémů. Termín „trvale udržitelné hospodaření“ je příliš podobný termínu trvalost, což někdy vzbuzuje dojem, že pod tímto pojmem nejde o nic nového.

Určitou slabinou helsinských Všeobecných zásad je absence jakéhokoliv náznaku vhodných způsobů hospodaření či hospodaření optimálního – minimálně měl být vyjasněn poměr k holé seči a její velikosti. Je to zřejmě nutný kompromis, aby bylo možné dosáhnout shody mezi střeoevropskými a severoevropskými názory na nevhodnější způsob hospodaření.

Signatářské státy se zavázaly „neodkladně připravit specifické národní či regionální směrnice a začlenit je do svých plánů a programů pro zavádění uvedených Všeobecných zásad“. Ministerstvo zemědělství ČR proto urychleně zpracovalo „**Základní principy státní lesnické politiky**“ (MZe 1994), v nichž provedlo nejprve **analýzu** lesního hospodářství a stavu lesů v ČR a v návaznosti na ni zpracovalo **cíle státní lesnické politiky**.

V návaznosti na citované „Základní principy státní lesnické politiky“, které schválila vláda ČR svým usnesením č. 249/1994 k Zásadám státní lesnické politiky, zpracoval POLENO (1997) zásady trvale udržitelného obhospodařování lesů formou metodické příručky pro uživatele. Kromě toho vydalo ministerstvo zemědělství ještě ve velkém nákladu informační leták (POLENO 1997) určený vlastníkům drobných lesů a širší veřejnosti. Pro informaci v zahraničí byla vydána reprezentativní publikace „Sustainable Management of Forests in the Czech Republic“ (POLENO 1996).

Celoevropské indikátory pro hodnocení trvalé udržitelnosti hospodaření v lesích byly doplněny na schůzce expertů MCPFE ve Vídni 7. a 8. října 2002. Ministerská konference o ochraně evropských lesů konaná na jaře r. 2003 tyto celoevropské indikátory trvale udržitelného hospodaření v lesích schválila. Z těchto dokumentů pak se vycházelo při zpracování koncepce trvale udržitelného obhospodařování lesů v ČR v rámci Národního lesnického programu I a II.

Mezi českými lesníky panovala po určitou dobu nejistota, zda přírodu sledující a trvale udržitelné lesní hospodářství jsou totožné pojmy nebo zda je mezi nimi nějaký rozdíl. Mezi oběma těmito způsoby hospodaření jsou zásadní rozdíly. Přírodu sledující lesní hospodářství zavedli a rozvinuli vlastníci a lesní hospodáři přímo v lesním provozu jako bezprostřední reakci na konkrétní stav obhospodařovaných lesů. Poněvadž tento stav je na každém lesním závodě jiný, je tento pěstební systém značně diferencován. Tito vlastníci lesů a jejich lesní hospodáři si sami vytvořili určitou velice volnou organizaci (Pracovní společenství), která se snaží formulovat určité sjednocující zásady, naprosto nezávazné pro jednotlivé členy společenství. Jde jasně o ryze **pěstební iniciativu zdola**, která si nečiní žádný nárok na všeobecné uznání.

Trvale udržitelné obhospodařování lesů vychází sice také ze špatného stavu lesů, nikoliv však na jednotlivých konkrétních lesních závodech, ale v celostátním globálu, kde nejvyšší správní a řídicí orgán zjišťuje, analyzuje a navrhuje lesopolitické závěry. Provozním zaměstnancům se dostává informace metodickými pokyny, ministerskými vyhláškami a na nejvyšší úrovni i lesním zákonem. Všeobecné zásady tohoto způsobu hospodaření byly projednány na několika mezinárodních konferencích, zejména v Helsinkách (1993), kde se signatářské státy a Evropské společenství zavázaly prosazovat uplatňování a další rozvoj Všeobecných zásad, uvedených v části I. této rezoluce, zejména těch, které jsou považovány za zvlášť účinné pro dosahování

trvale udržitelného hospodaření v evropských lesích. Další analogická konference se konala v Lisabonu (1998), kde byly přijaty Celoevropské směrnice pro trvale udržitelné hospodaření v lesích na provozní úrovni (MZe 1999).

Oba systémy hospodaření v lesích se však liší nejen svým vznikem a charakterem, ale i obsahem – nejzřetelněji je to vidět na vztahu k holé seči. Zatímco přírodu sledující obhospodařování lesů striktně holou seč odmítá, všeobecné zásady trvale udržitelného hospodaření se o ní nezmiňují, čímž dávají možnost jednotlivým signatářům (státům), aby s ní pracovali tak, jak specifické národní či regionální směrnice (vycházející ze Všeobecných zásad) stanoví. Pro ČR stanoví lesní zákon maximální velikost holé seče (1 – 2 ha) a její šířku (1 a 2 výšky stromů).

8.9 Přírodě blízké pěstování lesů

V roce 1994 uveřejnilo mezinárodní hnutí ochránců životního prostředí GREENPEACE¹⁾ své zásady a kritéria přírodě blízkého využívání lesů. Na tomto základě pak ještě v tomtéž roce německá sekce tohoto druhu hnutí vypracovala **zásady přírodě blízkého pěstování lesů** ve střední Evropě.

Předložené návrhy vyvolaly v Německu širokou dosud trvající diskusi lesních hospodářů a vlastníků lesů (PRUDIČ 1997). A poněvadž na základě představ hnutí GREENPEACE se má provádět **certifikace lesních závodů** jako ekologických podniků, je nutné se seznámit s názory hnutí a vhodně na ně reagovat. Touto reakcí nerozumíme suverénní odmítnutí, nýbrž pozorné naslouchání s následnou diskusí vedenou věcnou a střízlivou formou a opírající se o výsledky v takto obhospodařovaných lesích ve srovnání s běžnými postupy Pracovního společenství ANW a mezinárodní organizace PRO SILVA.

Ve zkratce lze **teze pěstování lesů** ve střední Evropě podle hnutí GREENPEACE charakterizovat takto:

- Vzorem pro pěstování lesů má být příroda, s níž musí být sladěny všechny postupy.
- Přirozené, stanovištně podmíněné zastoupení dřevin je nutno udržet nebo obnovit; od zavádění introdukovaných dřevin je třeba upustit.
- Je třeba se vzdát všech zásahů, které by mohly poškodit ekosystém lesa, podle zásad předběžné opatrnosti (dokud nebudou k dispozici exaktní poznatky); odstraňovat se mají jen špatné stromy, se záměrnou podporou cenných složek se nepočítá.
- Přibližně 10 % plochy lesa mají zaujímat tzv. referenční plochy, kde se nebude provádět žádná těžba; z těchto ploch se má odvozovat optimální obhospodařování lesa.
- Stav zvěře musí být z hlediska pěstování lesů únosný, tj. odpovídat přirozené úživnosti lesů; příkrmování zvěře je nutno vyloučit.
- S ekologicky pojímaným lesním hospodářstvím jsou neslučitelné holoseče, monokultury, jakékoliv spalování biomasy, používání pesticidů, ukládání kalů a používání těžké mechanizace.

- Na rozhodování o lesním hospodářství se má podílet i veřejnost, zvláště pak pracující v lese.
- Zvláštní důraz se klade na ochranu přírodních procesů v lese – na úkor péče o porostní zásobu.
- Určitý podíl stromů (mimo referenční plochy) se má těžít a tyto stromy mají zůstat v lese jako **odumřelé**.
- Mimo referenční plochy se mají chránit všechny lokality vzácných biotopů.
- Cílem pěstování lesů je, aby se pěstovaný les co nejvíce podobal lesu na referenčních plochách. Porovnávání se má provádět externími pracovníky a být přístupné veřejnosti.

Podkladem pro **předloženou koncepci** se staly lesy města Lübecku (4 500 ha). Využívá se přitom skutečnost, že část městských lesů byla v pohraničním pásmu s někdejší NDR, kde se téměř 50 let netěžilo.

Je zřejmé, že uvedené teze hnutí GREENPEACE a ekologické pojetí pěstování lesa (POLENO 2000) mají některé body shodné, v některých se však výrazně rozcházejí. Nejvýznamnější námitky vyvolala prohlídka referenčních ploch v uvedených městských lesích, kterou uskutečnili zástupci Pracovního společenství pro přírodu sledující obhospodařování lesů (ANW).

Ve zhlédnutých referenčních plochách nastala velká výšková a tloušťková diference se zvyšujícím se podílem odumřelých stromů. Po 50 letech bez těžby je zřejmé, že lesnický žádoucí dominance cenných stromů i různorodost porostních složek, ale i diverzita vegetace se snížila. V řadě lokalit vede vývoj porostů k čisté bučině, což znamená trvalé produkční ztráty.

K uvedeným tezím GREENPEACE se v uplynulých letech vyjádřila řada lesníků. K **rozporným tezím** patří především:

- ústup produkce dřeva zájmům ochrany přírody a ochraně přírodních procesů v lese,
- soukromí vlastníci se brání zavádění referenčních ploch, které se v současné době uplatňují jen v lesích veřejné správy,
- účel referenčních ploch zpochybňují i vědečtí pracovníci; dnešní fytoecologie a typologie mají již dostatek poznatků k seriózní prognóze vývoje stromů i porostů a lesních komplexů; vyhodnocování referenčních ploch by vyžadovalo práci mnoha specialistů,
- odpor vzbuzuje úmysl nechávat odumřít a nezužít velkým počtem stromů, které pěstovaly generace lesníků,
- výhrady proti vyloučení osvědčených introdukovaných dřevin z lesů,
- přílišné zdůrazňování faktorů přírody na úkor činnosti lesního hospodáře,
- nepřihlíží se k ekonomice lesního hospodářství,

- vlastníci lesů se cítí poškozeni ve svých vlastnických právech návrhem, aby do hospodaření v lese mluvila široká veřejnost.

Teze hnutí GREENPEACE o pěstování lesů ve střední Evropě jsou bezesporu velice radikálním názorem. Vzhledem k významu a vlivu hnutí GREENPEACE je však nelze nechávat bez povšimnutí. Zavedení certifikace lesních závodů jako ekologických podniků by se mohlo promítnout do konkurenční schopnosti našeho dřeva na zahraničních trzích. Je proto nutno věnovat i těmto radikálním názorům pozornost a hledat cesty k dosažení přijatelného konsenzu. Dosavadní vysoký podíl holosečí v našem lesním hospodářství bude dosažení tohoto konsenzu nejméně bránit a nepřispěje ani ke zvýšení ekologického hodnocení našich lesů.

Přírodě blízké hospodaření v lesích není však nic nového, jak by se možná mohlo zdát z výše uvedeného konceptu hnutí GREENPEACE. Myšlenky a zásady přírodě blízkého pěstování lesů, často pod různými názvy, se postupně formulovaly již od počátku 20. století (Dauerwald). Podstatnější rozvoj, spolu s praktickou realizací těchto principů, nastal především v 50. letech minulého století (Pěstování porostní zásoby).

Tyto snahy o racionální hospodaření v lese, které v mnoha směrech odpovídaly zásadám přírodě blízkého pěstování lesů, se velmi záhy projeví i v Čechách a na Moravě. Mezi nejvýznamnější představitele prosazující tyto snahy patřil první docent lesnických nauk na pražské Vysoké škole technické Liebich, který již v první polovině minulého století upozorňoval na škodlivé následky nadměrného zakládání lesních monokultur.

Ke konci devatenáctého století byl nejvýznamnějším představitelem lesnického hnutí proti schematismu stejnověkových monokultur a nesprávnému Presslerova výkladu o uplatnění ekonomického principu v lesním hospodářství TICHÝ (1884, 1891). Jeho učení vychází v podstatě ze dvou pramenů – z Gayerova pojetí lesa smíšeného a nestejnověkého jako syntézy všech produkčních činitelů působících v lese a z modifikovaného Presslerova principu čistého výnosu. Dochází tak k zásadnímu odmítnutí holé seče, která je proti přírodě a k obhospodařování lesa podle přírodních zákonů. Těmto přírodním zákonům odpovídá podle Tichého pouze jednotlivě výběrný nebo hloučkovitě výběrný les (POLENO 1996).

Prvním praktickým realizátorem přírodě blízkého lesního hospodářství byl na našem území Konias, ředitel velkostatku Opočno. Od roku 1924 zde po dobu 30 let prováděl přeměny smrkových a borových monokultur na porosty smíšené a později i **převody pasečných tvarů lesa na lesy výběrné** (KONIAS 1946, 1950, 1951; MOTTL et al. 1956). Konias viděl hlavní důvod neuspokojivého stavu lesů v důsledcích hospodaření podle saské teorie čistého výnosu z půdy, která vedla k zavádění stejnověkových smrkových a borových monokultur a k holosečnému hospodaření. V první etapě se věnoval ozdravení lesní půdy a k zabezpečení a zpevnění lesních porostů, a to cestou nutné přeměny druhové skladby lesních porostů směrem ke druhovému složení odpovídajícímu stanovištním podmínkám. Ve druhé etapě u smíšených porostů

podporoval a vytvářel porostní nestejnověkost pozvolným převodem horizontálního zápoje na vertikální. Jako celkový výsledek snah v obou směrech hospodaření Konias očekával zvýšenou a stále až do maximální možnosti stoupající dřevní produkci a to ze zvláštní zřetelem na zlepšení a vystupňování kvality dřeva (KONIAS 1951). Výsledkem jeho práce pak skutečně byly stanovišti plně odpovídající smíšené porosty, velmi nestejnověké, přizpůsobené po stránce vnitřní prostorové úpravy i délky obnovní doby přírodním i hospodářským podmínkám. Zvýšenou pozornost věnoval i péči o porostní zásobu. Koniasovým cílem hospodaření se pozvolna stal výběrný les. Aplikace převodů na výběrné lesy v celé šíři růstových podmínek Opočenska je však považována za nedostatek Koniasovi práce a také z těchto důvodů se Koniasova představa o „českém výběrném lese“ (KONIAS 1950) nenaplnila. Z velkého množství rozpracovaných porostů na Opočensku se do současné doby uchovaly pouze zbytky, a ani na těchto plochách se nepotvrdila úspěšnost realizace převodů. Poznatky získané při vyhodnocování převodů na jednotlivých stanovištích a porostních typech (MAREŠ 1980; ZAKOPAL, MAREŠ 1968; ZAKOPAL 1959, 1965, 1968, 1976a, 1976b, 1981, SOUČEK 2001, 2002) je možné uplatnit i při jiných formách hospodaření, zejména podrostowního způsobu, které díky své variabilitě má mnohem širší možnosti uplatnění. Koniasem realizované hospodaření však nebylo rozhodně ztrátové – zvýšenou kvantitativní produkci se nepodařilo prokázat, kvalitativní nadřazenost je však nesporná (SOUČEK 2001).

Kromě Konias se u nás hlavním zastáncem výběrného lesa jako plnohodnotného hospodářského způsobu stal především POLANSKÝ (1960, 1961), který byl přesvědčen, že způsoby výběrného hospodářství nejsou vázány na stanoviště a dřevinu, nýbrž že pro každé stanoviště a dřevinu lze, či je třeba, nalézt odpovídající výběrný způsob a tudíž i výběrný les. A ten že bude produktivnější než les pasečný.

Dalšími protagonisty výběrného hospodaření byli KRATOCHVÍL (1970) a ZAKOPAL (1957, 1959, 1960, 1964, 1965, 1968, 1971), který vytvořil koncept převodu lesa pasečného na les výběrný na LHC Kutná Hora.

Hlavně Koniasovou zásluhou došlo u nás v poválečném období ke značnému rozvoji jemnějších forem hospodaření, souhrnně označovaných jako **podrostowní hospodářství**. Vyznačovalo se především odklonem od holosečí, poměrně dlouhou obnovní dobou, úsilím o dosažení přirozené obnovy lesa a postupnou přeměnu jehličnatých monokultur na stanovištně vhodné smíšené porosty (POLENO 1996). Zásady výchovy porostů od stádia uvolněných nárostů víceméně vycházely ze zavedených modelů, které se uplatňovaly i v holosečném hospodářství.

Hlavní předností tohoto způsobu hospodaření je dosažení přirozené obnovy lesních porostů a všech výhod, které z ní vyplývají. Dvouetážovost porostů je většinou pouze dočasná (po dobu trvání obnovní doby) a tento hospodářský způsob je využitelný i pro dřeviny s většími světelnými nároky. Kromě těchto ekologických výhod je navíc očekáván pozitivní efekt světlostního přírůstu na stromech horní etáže, které se v porostu ponechávají stát různě dlouhou dobu v závislosti na stanovišti a druhové skladbě.

V sedmdesátých a osmdesátých letech 20. století došlo u nás k výraznému poklesu praktické realizace jemných způsobů hospodaření ve prospěch hospodářství holosečného z důvodů, které již byly mnohokrát prezentovány. Teprve v posledních letech dochází opět k renesanci myšlenek přírodě blízkého hospodaření a k výraznému oživení zájmu praktické lesnické veřejnosti.

V současnosti existuje celá řada pojetí a přístupů, které je možné zařadit do systému přírodě blízkého hospodaření v lesích. Tento systém je totiž velice flexibilní a v podstatě nemá žádné striktní pěstební směrnice. Jak zdůrazňuje např. OTTO (1995), pro přírodě blízké hospodářství je *“nezbytné stanovení pouze základních cílových představ formou cílových obrazů, vlastní pěstební cesty přitom zůstávají otevřené a vědomě variabilní”*.

Tento systém nezná žádné složité modely hospodaření a komplikované pracovní postupy. Heslem je dát **maximální šanci přírodě k vlastní tvorbě lesa, který bude** naplňovat požadované funkce.

Podle pojetí některých významných lesníků ve střední Evropě je nejvyšším principem přírodě blízkého pěstování lesa dosažení a udržení **ekologické stálosti lesních ekosystémů**. Přitom se jedná o takovou ekologickou stálost, která napomáhá permanentní funkční schopnosti a účinku lesního ekosystému na každé částečné ploše. Ale přestože jsou tyto ekologické aspekty pro koncepci přírodě blízkého hospodaření v lesích určující, bez respektování principů ekonomických (jak to například prosazuje návrh GREENPEACE) nemůžeme hovořit o hospodaření (KORPEL, SANIGA 1995).

Přes existenci různých přístupů a strategií přírodě blízkého hospodaření v lesích (ať už sem řadíme výběrné hospodaření, pěstování porostní zásoby, maloplošnou formu podrostního hospodářského způsobu nebo dlouhodobě dvouvrstevné porosty) je možné nalézt určité společné prvky:

- trvalý, stabilní porost stanovištně vhodných dřevin,
- ekosystémové pojetí lesa,
- diverzifikace struktury porostu:
 - druhové složení se více blíží skladbě přirozené,
 - prostorová struktura je převážně komplikovanější,
 - tloušťková a výšková struktura je více rozrůzněná,
- maximální využívání přírodních sil a procesů (autoredukce),
- důraz na přirozenou obnovu lesa s poměrně dlouhou obnovní dobou,
- využití přirozeného růstového rytmu dřevin,
- maximální využití produkčního potenciálu stanoviště a růstového prostoru; les chápat a formovat prostorově a ne plošně,
- omezení vstupu dodatkové energie do lesních ekosystémů,

- mýtní zralost je vztahována na jednotlivé stromy a ne celé porosty; důsledné využívání individuální růstové, ale i hodnotové schopnosti stromů,
- odklon od holosečí,
- zvýšený důraz na ostatní funkce lesa.

Jednotlivé způsoby se od sebe liší především v:

- délce uplatňování výběrných principů,
- délce obnovní doby,
- preferování pozitivního nebo naopak negativního výběru při výchově porostů,
- různých kritériích pro výběr stromů k mýtní těžbě.

9 KONTROLNÍ METODY

9.1 Kontrola a kontrolní metod

Stěžejním úkolem kontrolních metod je soustavné sledování zásoby a přírůstu na této zásobě, která je členěna do tloušťkových tříd případně tloušťkových stupňů. Je tedy pozorována a vyhodnocována dynamika vývoje a přesun hmot mezi tloušťovými stupni v závislosti na provedených hospodářských zásazích s cílem dosažení stavu, který je obecně nazýván jako **ekonomická zásoba** (DOLEŽAL, 1948). Tato zásoba nám trvale poskytuje nejvyšší hodnotový užitek, neboť nám zajišťuje nejlepší kvantitativní i kvalitativní vývoj produkce dřevní hmoty. Nejedná se však o statický stav porostu, nýbrž dynamický, a je proto nutné tento stav uměle udržovat vhodně zvolenými těžebními zásahy. Z tohoto vyplývají tři základní principy kontrolních metod (DOLEŽAL, 1948):

- a) princip hospodářské nepřetržitosti,
- b) princip hospodárnosti,
- c) princip soustavného a promyšleného výběru.

O tom kolik, kde a kdy těžít nám má podat informaci právě kontrola, tj. systematické vyhodnocení posledních dvou inventarizací v návaznosti na případné inventarizace předešlé. Inventarizace tedy slouží k získání taxačních dat a informací o zařizovaných lesních porostech. Inventarizace může mít podobu průměrkování naplno nebo zkusných ploch.

Za zakladatele kontrolních metod můžeme považovat Adolfa Gurnauda (1825 – 1898), který položil základy klasické kontrolní metodě přírůstové. Na něj pak navázal a jeho myšlenky rozvinul Henry Biolley (1858 – 1939). Stav ekonomické zásoby je u těchto metod nazýván stavem „étale“. Ve stavu „étale“ lesní porost dokonale využívá všech disponibilních látek a energií k maximální produkci nejkvalitnější dřevní hmoty. Jedná se též o nejvyšší harmonii tzv. trojjednosti, tj. stromu, půdy a ovzduší (DOLEŽAL, 1948). Kontroly tedy v tomto pojetí slouží k poznání, zda vývoj lesních porostů směřuje k tomuto stavu či od něj.

Křivkové kontrolní metody stav „étale“ opouštějí, jako velmi těžko specifikovatelný a tím i obtížně dosažitelný stav. Místo toho si stanovují jako ekonomickou zásobu takzvaný rovnovážný stav, jenž vychází z Liocourtova zákona (DE LIOCOURT, 1898), který říká, že ve výběrném lese nalézajícím se v rovnováze klesá počet stromů od jednoho tloušťkového stupně k druhému stále ve stejném poměru (DOLEŽAL, 1948). Díky tomu je možné sestrojít tzv. křivku tloušťkových četností, která představuje „normální“ neboli vzorový stav, ke kterému se snažíme během doby vyrovnávací dospět.

Z výše uvedeného je patrné, že těžištěm použití kontrolních metod jsou výběrné lesy a nepasečné lesy obdobného charakteru. DOLEŽAL (1948) předpokládal, že kontrolní metody po vhodné

modifikaci je možné použít i v lesích pasečných upravovaných doposud soustavou věkových tříd a že zaznamenají tak velký rozmach. Jejich hlavní výhoda totiž podle autora tkví v tom, že neupravují lesní porosty na každé další decennium vždy od bodu nula, ale že se dokáží „podívat“ do historie porostu, hospodářských zásahů a jejich vlivu na vývoj lesního porostu, a pak těchto „zkušeností“ využít při dalším plánování.

9.2 Charakteristika výběrného lesa

Výběrný les se ve Švýcarsku vyvinul z tzv. selských lesů, ve kterých bylo hospodařeno toulavou sečí. Kultivování tohoto způsobu, aplikování hospodářsko-úpravnického rámce a důsledná aplikace výběrného principu vedly právě ke vzniku výběrných lesů, tak jak je známe dnes. Zavádění výběrného způsobu hospodaření byla zpočátku na překážku záměna slov „Plenterwald“ (jednotlivě výběrný les) a „Plünderwald“ (plundrovaný les). Slovem „Plenterwald“ byl totiž zpočátku označován zcela nepravidelně obhospodařovaný a vytvářený selský les. A právě špatně obhospodařované selské lesy byly často označovány slovem označujících jejich plundrování. Z toho plynula nedůvěra k zavádění tohoto způsobu hospodaření (AMMON, 2009).

Každý lesní ekosystém má přirozené sklony k akumulaci biomasy a směřuje do stavu klimaxu. Tato akumulace vede k postupné homogenizaci porostní struktury až do stavu, kdy stromy v porostu dosahují fyzického věku, a porost se začíná rozpadat. Na rozdíl od výběrného lesa, kde probíhá neustálá a individuální obnova, můžeme v pralese pozorovat zřejmý sled generací. O obnově v pralese můžeme hovořit spíše jako o clonné, která nesouvisí se strukturou, tak jak je tomu ve výběrném lese (SCHÜTZ, 2011).

Můžeme rozlišit dvě formy výběrného lesa, které se odlišují svojí strukturou a to jednotlivě výběrný les (stromově výběrný, Plenterwald) a skupinovitě výběrný les (hloučkovitě výběrný, Femelwald) (DOLEŽAL, 1948).

9.2.1 Struktura výběrného lesa

Struktura dokonalého výběrného lesa je uměle udržována ve stavu rovnováhy výběrnou sečí, která zahrnuje výběr zralostní, zušlechťovací a zdravotní. Stálý výběrný les tedy není možný bez systematických a trvalých zásahů, neboť výběrná struktura je v přirozených lesích vzácná a nestálá, případně se dočasně vyskytuje jen na velmi malé ploše (SCHÜTZ, 2011). Struktura je charakteristická zastoupením všech růstových fází stromů na poměrně malé ploše. Významný je vertikální zápoj, díky němuž můžeme také hovořit o efektivním využívání všech dostupných energií a látek. Ve výběrném lese je totiž nadzemní disponibilní prostor velmi dobře vyplněn korunami (KORPEL' & SANIGA, 1993).

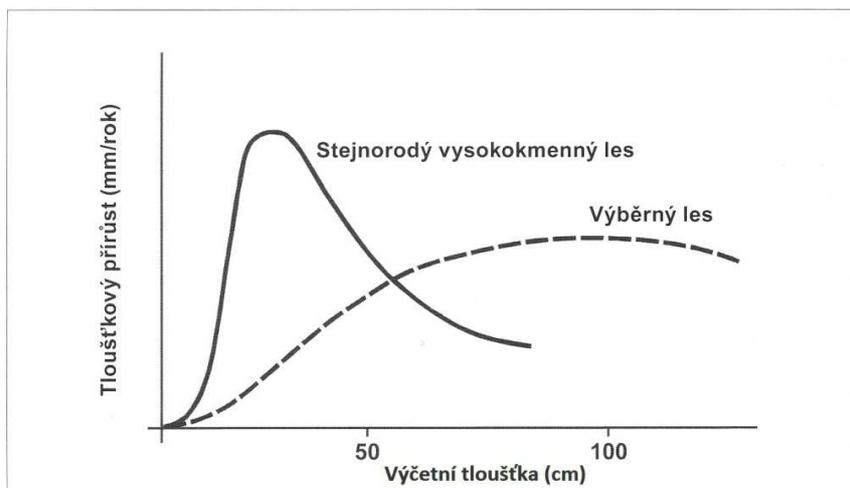
V dokonalém výběrném lese se struktura v čase výrazně nemění. Snažíme se udržet lesní porosty v dynamické rovnováze, kdy uvnitř porostu probíhají změny, které však nejsou v makroměřítku

zvenčí téměř pozorovatelné. Zásoba porostu je relativně stálá a pohybuje se kolem určité optimální výše. Velikost a struktura zásoby je ve výběrném lese výjimečně důležitá a je třeba jí věnovat nejvyšší pozornost. Stav rovnováhy charakterizovaný velikostí zásob v jednotlivých tloušťkových stupních případně tloušťkových třídách může být na stejném stanovišti naprosto odlišný v závislosti na zvoleném produkčním (provozním) cíli a s tím související cílovou tloušťkou. Ta má zásadní vliv na zásobu a počet stromů v jednotlivých tloušťkových stupních a tím i na strukturu výběrného lesa. Při nižší cílové tloušťce je třeba k udržení výběrné struktury poměrně více stromů v nejslabších tloušťkových stupních (SCHÜTZ, 2011). Čím je cílová tloušťka větší, tím nižší je počet stromů v nejnižším tloušťkovém stupni a optimální zásoba na hektar je větší a naopak (KORPEL' & SANIGA, 1993). Cílovou tloušťku si volíme zvlášť podle produkčních možností dřeviny na daném stanovišti a dále například dle morfologie nebo kvality zpřístupnění území (SCHÜTZ, 2011). V budoucnu je možné ji měnit dle aktuálních potřeb vlastníka či porostu. Počet stromů je nejvyšší v nejslabším tloušťkovém stupni a k vyšším tloušťkovým stupňům exponenciálně klesá. Takovýto vzorový průběh tloušťkových četností lze znázornit křivkou. Při převodech se snažíme vhodnými hospodářskými zásahy k takovému stavu (průběhu křivky) dospět. Výše etátu odpovídá ve stavu rovnováhy celkovému běžnému přírůstu (CBP). Pokud je stav odlišný je etát větší či menší než tento přírůst.

Zásobu je nutné korigovat v souvislosti s výší dorostu a vzorovou křivkou tloušťkových četností. Nepřiměřená zásoba nám negativně ovlivní kvalitu i kvantitu zmlazení (nedostatečná reprodukce). Významnou roli zde hraje stanovená registrační hranice (stanovená minimální tloušťka měřených stromů při inventarizaci), neboť právě ta rozhoduje o tom, kdy zpozorujeme nedostatek dorostu do nejnižšího tloušťkového stupně (SCHÜTZ, 2011). Čím výše je nastavena, tím později to bude a tím těžší pro nás může být náprava nepříznivého vývoje a opětovné nastolení rovnovážného stavu.

Růst probíhá ve výběrném lese zcela odlišně od lesa pasečného. Výškový růst je zpočátku velmi pomalý, což je dáno silným cloněním stromů střední a horní vrstvy (KORPEL' & SANIGA, 1993). Následně se zrychluje, neboť se postupně mění postavení stromu v porostu a jeho světelný požitek. Výškový přírůst si stromy ve výběrném lese udržují až do velmi vysokého věku. To je možné doložit například u jedle. Pokud v mládí roste v pasečném lese na osluněné ploše, tak tvoří ve vyšším věku takzvaná „ptačí hnízda“. U jedlí rostoucích v mládí v zástinu, jak tomu je právě ve výběrném lese tento efekt vůbec nepozorujeme (AMMON, 2009).

Obdobně tomu je i u tloušťkového přírůstu. Ve stejnorodém vysokokmenném lese dosahuje tloušťkový přírůst brzy svého maxima a pak docela prudce klesá, kdežto v lese výběrném tloušťkový přírůst stoupá jen pozvolně, maxima dosahuje mnohem později a pak případně klesá, ovšem jen málo (obr. 56).



Obr. 56: Rozdíly v tloušťkovém přírůstu stejnorodého vysokokmenného lesa a výběrného lesa (SCHÜTZ, 2011)

Stejnoměrnost a trvalost tloušťkového přírůstu způsobuje exponenciální růst hmoty se zvětšující se tloušťkou stromu. Především díky tomu je výběrný les předurčen k produkci silných dimenzí (SCHÜTZ, 2011). Z toho plyne, že při převodech lesa pasečného na les nepasečný se dá předpokládat, že prvotně stanovená cílová tloušťka bude navyšována.

Dalším fenoménem ve výběrném lese je efekt potlačení, kdy stromy rostou od mládí, někdy až do velmi vysokého věku i více jak 150 let, v zastínění a přesto jsou po uvolnění schopny nastartovat růst a pokračují ve svém vývoji jako 15 až 20 let staré stromy rostoucí uvolněně. I z tohoto důvodu pozbývá věk významu, neboť se ve výběrném lese mohou vyskytovat stromy, které jsou až přes 100 roků rozdílně staré a přesto to u nich není napohled patrné. Stromy s dobře vyvinutou korunou mají dynamiku stárnutí odlišnou od stromů s krátkou korunou a to se projevuje nejen na přírůstu, ale i na odolnosti vůči chorobám, které jsou podmíněny věkem (SCHÜTZ, 2011). Velká heterogenita vývoje jednotlivých stromů znemožňuje použití prvků hospodářské úpravy opírajících se o věk. Neexistuje zde totiž korelace mezi věkem a některou z taxačních charakteristik.

9.3 Základní rozdělení kontrolních metod

9.3.1 Klasická (přírůstová) metoda

Hlavním kontrolním ukazatelem je přírůstové procento, tj. podíl přírůstu a zásoby, na které se přírůst vytvořil, násobený stem. Přírůst (CBP_t) se zjišťuje vyhodnocením dvou po sobě následujících inventarizací při použití následující rovnice:

$$CBP_t = (V_t - V_{t-n} + T - D)/n, \text{ kde}$$

V_t - zásoba porostu na konci kontrolního období,

V_{t-n} - zásoba porostu na počátku kontrolního období,

T - těžba během kontrolního období,

D - dorost do kmenoviny (zásoba stromů, které přerostly registrační hranici během kontrolního období),

n - počet let kontrolního období.

Prakticky rozlišujeme tři základní přístupy výpočtu přírůstu: a) „en bloc“, b) po tloušťkových třídách a c) po tloušťkových stupních (blíže viz DOLEŽAL 1948).

Přírůstové procento je podle této metody ukazatelem hospodářského vzestupu, což znamená, že pokud stoupá, blížíme se k ekonomické zásobě; na druhé straně jeho náhlý pokles znamená dosažení právě této zásoby.

9.3.2 Křivková metoda

Kontrola na kontrolní plošně definované jednotce se zakládá na porovnání skutečné křivky četností tlouštěk s tzv. křivkou vzorovou. Skutečná křivka tloušťkových četností zobrazuje vztah mezi počtem stromů v jednotlivých tloušťkových stupních a tloušťkovými stupni odvozenými z průměrkování porostu (zjištění výčetních tlouštěk). Vzorová křivka zobrazuje četnosti tlouštěk vzorových typů výběrného lesa. Odvozena je matematicky jako sestupná geometrická řada podle Liocourtova zákona (DE LIOCOURT 1898). Danou skutečnost je možno definovat následovně:

$$N_n = a \cdot q^{-(n-1)}, \text{ kde}$$

N_n - počet stromů příslušného tloušťkového stupně n_i ,

a - maximální počáteční četnost v prvním tloušťkovém stupni,

q - kvocient geometrické řady,

n - počet tloušťkových tříd.

Hodnoty je možné zjistit pouze výpočtem z empiricky určených křivek tloušťkových četností v porostech. Pochopitelně, takovýchto vzorových křivek existuje větší množství, pro různé typy výběrných lesů a konkrétní růstovou oblast. MEYER (1943; 1952) vyjádřil stromovou četnost ve výběrném lese jako funkci výčetní tloušťky pomocí exponenciální funkce ve tvaru:

$$y = k \cdot e^{-a \cdot x}, \text{ kde}$$

y - počet stromů v tloušťkovém stupni,

k, a - konstanty charakterizující křivku stromových četností a tím i specifický výběrný les,

e - základ přirozených logaritmů,

x - výčetní tloušťka (tloušťkový stupeň).

Rozdělení počtu stromů po tloušťkových stupních se však následkem tloušťkového přírůstu každoročně mění o hodnotu, která se rovná průměrnému tloušťkovému přírůstu tloušťkových stupňů. Díky tomu počet stromů v tloušťkových stupních stoupne, a má-li se obnovit původní rozdělení (na vzorovou křivku), musí se vytěžit počet stromů, který je roven jeho ročnímu nebo

periodickému navýšení. Na této úvaze založil Meyer metodu procentuálního navýšení zásoby následkem tloušťkového přírůstu (d_i) při určitém rozdělení počtu stromů, které je charakterizováno kvocientem „ q “ (viz. Liocourtův zákon). Hodnoty procentuálního navýšení počtu stromů v závislosti od d_i a q jsou tabelované, což velmi usnadňuje praktický výpočet návrhu těžby v jednotlivých tloušťkových stupních (POLÁK 1991, s. 225). Metoda (v teoretické rovině) produkuje „vyvážený“ porost, ve kterém se objem těžby rovná objemu přírůstu, a ve kterém se každá jeho etáž (kohorta) nachází na stejně velké růstové ploše (KEVIN L. O'HARA, 1996; SMITH, LARSON, KELTY & ASHTON, 1997). Více informací o popisu a použití metody je možno dále nalézt v pracích autorů ALEXANDER a EDMINSTER (1977); BAKER et al. (1996) nebo MARQUIS et al. (1992).

Obdobně SCHÜTZ (1975) definoval rovnovážný stav smrko-jedlových výběrných lesů pomocí negativně exponenciálního rozdělení tloušťkových četností po tloušťkových stupních s využitím „ q “ koeficientu. Toto rozdělení má tvar křivky tzv. „rotujícího sigmoidu“, která při zobrazení na semi-logaritmické stupnici zobrazuje větší počet stromů ve středních a vyšších tloušťkových stupních, než uvádí právě negativně exponenciální rozdělení. Tímto vyjádřením dojde k eliminaci disproporcí, ke kterým dochází při aplikaci metody právě v souvislosti s těžbou ve vyšších tloušťkových stupních. Přírůst v nižších tloušťkových stupních je totiž vzhledem k vyšším tloušťkovým stupňům relativně menší a právě použití této křivky na semi-logaritmické stupnici tento fakt výrazně eliminuje (SCHÜTZ, 1997).

SCHÜTZ (2001) konstatuje, že udržování výběrné (rovnovážné) struktury lesa je možné dosáhnout pouze soustavnou kontrolou vývoje stojící zásoby. Dále uvádí, že každé zvýšení zásoby nad tento vyvážený stav povede k redukci obnovy, která bude automaticky přecházet do nižších tloušťkových stupňů. Z dlouhodobého hlediska by pak tento stav vedl ke ztrátě výběrné struktury lesa.

9.3.3 Doba přesunu

Jedná se o dobu v rocích, které je zapotřebí, aby určitý strom zvětšil svůj výčetní průměr o počet centimetrů, který je roven velikosti zvoleného tloušťkového intervalu. Platí, že se stoupající výčetní tloušťkou se doba přesunu ve výběrném lese zmenšuje.

Rozlišujeme dva základní postupy výpočtu doby přesunu, konkrétně metodu a) podle d'Alverny a b) podle Meyera (blíže viz např. DOLEŽAL, 1948 či KORF 1955). Prakticky je možné dobu přesunu taktéž stanovit například na základě zjištěného počtu letokruhů z vývrtů spočítaných od povrchu do středu kmene a připadajících na polovinu použitého tloušťkového stupně.

Výpočet podle d'Alverny (DOLEŽAL, 1948) vychází z předpokladu, že množství stromů, které postoupilo do následujícího (vyššího) tloušťkového stupně je úměrné jejich průměrné rychlosti růstu. Je založen na základě následujícího vztahu:

$$B : O = A : P$$

$$P = A/B \cdot O, \text{ kde}$$

A - průměr počtu stromů v témže tloušťkovém stupni na počátku a konci inventarizačního období,

B - průměr počtu stromů postoupivších z tloušťkového stupně nejbližší nižšího a stupně uvažovaného,

O - období kontrolní (doba oběžní),

P - doba přesunu.

Kvůli zjednodušení výpočtu se zavádějí další potřebné veličiny:

E - dvojnásobný přesun, tj. součet počtu stromů jednoho tloušťkového stupně na počátku a konci inventarizačního období,

C - součet postoupivších stromů v tloušťkovém stupni nejbližší nižším a uvažovaném.

S využitím těchto veličin je pak doba přesunu definována následovně:

$$P = E/C \cdot O$$

Výpočet podle Meyera je založen na následujícím přístupu (KORF, 1955). Postupuje-li z celkového počtu stromů v tloušťkovém stupni v „a“ letech „x %“ stromů do následujícího tloušťkového stupně, bude - při stejnoměrném rozdělení stromů uvnitř tloušťkového stupně - pravděpodobná doba, během níž se všechny stromy přesunou, dána jednoduchým vztahem:

$$P = a/x \cdot 100 \text{ roků}$$

Podmínkou správného výpočtu doby přesunu je především dobře zvolená délka mezi inventarizacemi a interval tloušťkového stupně, který „zaručí“, že během této doby žádný strom nepostoupil právě o více než jeden tloušťkový stupeň.

9.3.4 Metody založené na indexech SDI a LAI

Index hustoty porostu (SDI) je používán k vyjádření relativní hustoty, konkurence a disponibilního růstového prostoru; za autora indexu bývá považován REINEKE (1933). Ačkoliv byl vyvinut pro stejnověké porosty, LONG a DANIEL (1990) doporučili jeho použití také jako kontrolní nástroj ve výběrných (různověkých) lesích. Zkoumali různověké struktury lesa popsané jak známým „q“ kvocientem, tak i rozdělením SDI po tloušťkových stupních. Dospěli k názoru, že tyto lesy, obecně považované za lesy rovnovážné (vyrovnané), však nutně nemusí mít rovný přístup k námi kontrolovaným zdrojům (rozdělení růstového prostoru) podle tloušťkových stupňů. LONG (1998) navrhnul základní postup k přerozdělování SDI mezi tloušťkové stupně tohoto typu lesa, s cílem vyrovnat jeho nevyrovnanou strukturu. Postup vychází z definování hodnoty SDI pro konkrétní tloušťkový stupeň a z následného přerozdělování zbytku SDI do ostatních stupňů. Sumární hodnota indexu SDI či celkový disponibilní růstový prostor může být dokonce odvozen i z dat stejnověkých porostů či růstových a výnosových modelů apod. Více

informací k metodě založené na SDI indexu je možné dále například nalézt v pracích autorů COCHRAN (1992); LONG (1996) či O'HARA a GERSONDE (2004).

Využití indexu listové plochy (LAI) ke kontrolním účelům doporučil O'HARA (1988). Navrhnul LAI používat k hodnocení míry využití růstového prostoru porostem. K danému účelu zjištěná listová plocha (LA) porostu může být vhodně rozdělena mezi jeho jednotlivé dílčí části (věkové či tloušťkové třídy či stupně, druhy dřevin, etáže apod.) při snaze o dosažení požadované struktury, například při převodu lesa stejnověkého na les různověký, výběrný (O'HARA 1996; O'HARA & VALAPPIL. Model bere do úvahy rychlost růstu (přírůst) v závislosti na relativní pozici etáže v prostoru, s ohledem na současné využití maximálního disponibilního růstového prostoru (max. LAI).

9.3.5 Hodnotová metoda

Hlavním kontrolním ukazatelem je zde poměr jakostních, popř. hodnotových tříd (POLÁK, 1991). Kontrola spočívá v porovnání poměru jakostních tříd při po sobě jdoucích inventarizacích. Do jakostních tříd se stromy zařazují podle jakostních vlastností kmenů nebo i korun. Zpravidla se klasifikuje a) pouze spodní část kmene nebo b) celý kmen, a to buď vcelku, nebo po částech. Tento způsob zjišťování a kontroly kvality označujeme jako tzv. kvalitativní inventarizaci (PRIESOL, 1960). Řadíme zde i hodnocení kvality formou sortimentního složení porostů (např. metoda Nimburského), kterou zmiňuje (POLÁK, 1991).

Hodnotová metoda principiálně jednoznačně vede k dosažení ekonomické zásoby, tj. hlavního cíle kontrolních metod výběrných lesů.

9.4 Kontrolní metoda jako komplexní systém úpravy lesa

Plánování a kontrola hospodaření ve výběrném lese spočívá v detailním posouzení situace v terénu a v důkladné analýze inventury stavu lesa. Inventura stavu lesa poskytuje při kontrolní metodě především informace o celkovém běžném přírůstu, počtu a objemu stromů a jejich rozdělení v tloušťkových třídách. Tradiční kontrolní metoda se zakládá na průměrkování naplno a důsledné evidenci těžných stromů měřením nastojato. Jako plánovací a kontrolní jednotku využívá, na rozdíl od pasečného lesa, dílec.

9.4.1 Inventarizace stromových zásob

Historicky je kontrolní metoda spojována s tzv. průměrkováním naplno. Při tomto postupu jsou v rámci pevně vymezených jednotek prostorového rozdělení lesa v pravidelných, po sobě jdoucích inventurách měřeny tloušťky všech stromů (DVORAK, 2001). Jelikož není možné přírůst, zjišťovaný z rozdílu zásob po sobě jdoucích inventur, vztáhnout na konkrétní stromy, dochází při výpočtu přírůstu k tzv. šíření chyby, viz např. KURTH (1994), nebo ŠMELKO (2007). Díky tomuto fenoménu je pro výslednou přesnost zjištění přírůstu do hodnoty $\pm 5\%$ nutné

provádět jednotlivé inventury maximálně pečlivě. Tato skutečnost, spolu s velkou pracností spojenou s enormní časovou a finanční náročností, je velkou nevýhodou využití průměrkování naplno. Ve Švýcarsku, kolébce kontrolních metod, bylo proto průměrkování naplno opuštěno již na konci 70. let 20. století (DVORAK, 2001).

Pro vlastní inventuru realizovanou průměrkováním naplno jsou důležité tři aspekty:

- a) tzv. práh průměrkování (registrační hranice) – je hranice tloušťky stromu, pod kterou se při dané inventarizaci strom neměří. Tento práh bývá volen různě a jeho výše je v nepřímé úměře s počtem měřených stromů při průměrkování. Tedy, čím vyšší je registrační hranice, tím méně stromů se při inventarizaci měří. V různých regionech se osvědčily různé registrační hranice, např. ve Francii a kantonu Neuchâtel (Švýcarsko) to bylo 17,5cm (KNUCHEL, 1950), v Bavorském lese (SRN) 14 cm (SOMMER, 1963) a na pokusných plochách výběrného lesa v Černém lese (Schwarzwald, SRN) 7cm (SPIECKER, 1986).
- b) Tloušťkové stupně, do kterých jsou stromy podle své tloušťky zařazovány – dnes jsou to ve většině výběrných lesů Evropy 4cm tloušťkové stupně (německy mluvící Švýcarsko, Německo, země střední Evropy kromě Francie), nebo 5cm (západní Švýcarsko, Francie). Na velikosti tloušťkových stupňů záleží a od zařazování tlouštěk do těchto stupňů závisí způsob a přesnost výpočtu přírůstu, a proto toto téma bylo v minulosti hojně diskutováno (MEYER, 1934).
- c) Způsob evidence druhového spektra dřevin – závisí na historickém úzu dané oblasti, často se rozlišovalo pouze mezi jehličnany a listnáči, nebo na jedli, smrk, buk, ostatní jehličnany a ostatní listnáče (DVORAK, 2001).

Vlastní postup průměrkování naplno je znám a je detailně popsán v mnohých učebnicích dendrometrie, např. (ŠMELKO, 2007). Z pohledu specifik kontrolní metody je důležité zmínit nutnost důkladného zaškolení personálu, který průměrkování provádí. Velice důležité je správné a metodicky jednoznačné určení výšky měřiště v 1,3m, způsob přikládání průměrky, kalibrace průměrek atd. Vedoucí průměrkovací skupiny musí vždy mít na zodpovědnosti, aby nebyl žádný strom vynechán, nebo naopak měřen dvakrát (SCHMID-HAAS, BAUMANN, & WERNER, 1993).

Výpočet objemu inventarizovaných zásob předpokládá zjištění výšek stromů. Proces měření výšek a jejich zakomponování do výpočtu objemu a posléze přírůstu vnáší do celého procesu podstatné chyby. Chyby jsou ještě větší, pokud se pro různé inventury využívá různých způsobů výpočtu zásob, nebo různých objemových tabulek (DVORAK, 2001). Proto se ve výběrných lesích ustálilo používání tzv. objemových tarifů, což jsou jednoparametrické objemové tabulky, ze kterých se objem stromu odvodí na základě jeho tloušťky. V rámci inventury tak výšky nejsou měřeny vůbec a objem se vypočítá pouze na základě tlouštěk stromů. Tato metoda je však využitelná pouze ve výběrném lese s vyrovnanou tloušťkovou strukturou, kde nedochází k stadiálnímu posunu výškových křivek (PRODAN, 1965).

Nevýhodou využití objemových tarifů je skutečnost, že poskytují v rámci jednotlivých stromů značné odchylky v objemu. Z tohoto důvodu již otec výběrného principu Gurnaude zavedl speciální objemové jednotky, tzv. silve (sv). Synonymem k tomuto pojmu je tzv. tarifní objem a liší se od objemu zjištěného měřením pokácených stromů. Přehled metod konstrukce objemových tarifů zpracoval KNUCHEL (1950).

9.4.2 Evidence těžeb

V tradiční kontrolní metodě jsou v pravidelném intervalu měřeny tloušťky všech stromů. Při srovnávání dat dvou po sobě jdoucích inventur nelze identifikovat počet a objem stromů vytěžených v mezidobí. Objem a také přírůst těchto stromů však do inventury musí být zahrnut. Objem a počet těchto stromů musí být zjištěn z evidence těžeb. Ta se provádí tak, že k těžbě určené stromy musí být těsně před samotnou těžbou proměřeny nastojato a to přesně stejným postupem, který se aplikuje při inventuře stojících zásob. Údaje takovéto evidence dovolí dostatečně přesně vypočítat přírůst. Pokud by se těžené stromy proměřily až jako pokácené, do výpočtu přírůstu by se vnesla poměrně výrazná chyba (DVORAK, 2001).

9.4.3 Výpočet přírůstu

Přírůst je nejdůležitější veličinou kontrolních metod. Pokud je provedena pouze jedna inventura, dá se přírůst zjistit poměrně náročným šetřením pomocí přírůstových nebozezů (DVORAK, 2001). Pro kontrolní metodu je ale charakteristické zjištění přírůstu z rozdílů výsledků dvou po sobě jdoucích inventur. Aby bylo možné hodnotu přírůstu vypočítat, je nutné mít výsledky dvou po sobě jdoucích inventur, strukturovaných buďto do tloušťkových stupňů, nebo celkové. Přírůst se obecně vypočítá podle následujícího vzorce:

$$CBP_n = \frac{V_2 - V_1 + V_T - V_D}{n}$$

kde n je počet let periody mezi inventurami, V_2 je celková zásoba druhé inventury, V_1 je zásoba první inventury, V_T je celkový objem těžeb za periodu n let a V_D je objem nově registrovaných stromů, tzv. dorost do kmenoviny.

Hodnota dorostu D se vypočítá jako:

$$V_D = (N_2 - N_1 + N_T) \cdot v_{reg}$$

kde N_1 a N_2 jsou počty stromů první a druhé inventury, N_T je počet stromů vytěžených a v_{reg} je tarifní objem nejnižšího tloušťkového stupně. Zatímco v dřívějších pracích (např. PRODAN, 1965) se hodnota dorostu do kmenoviny neodečítá, v novějších přístupech (např. SCHÜTZ, 2001)

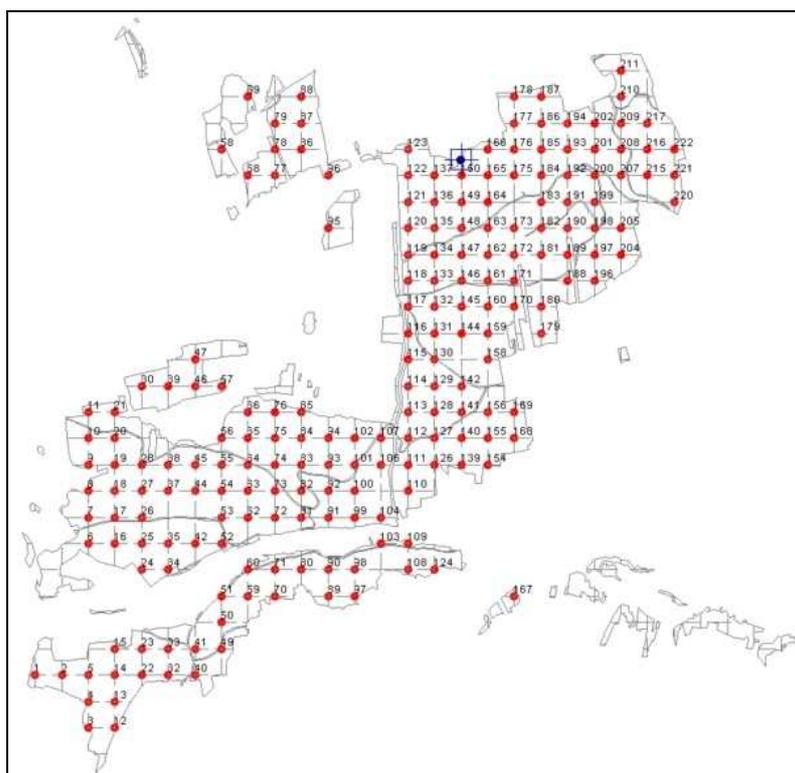
je odečtení této hodnoty běžné. Čím výše leží registrační hranice, tzn., čím tlustší stromy vstupují do dorostu, tím větší chybou zatěžuje hodnota dorostu vypočítaný přírůst. Pokud dorost odečteme, odečteme i přírůst, který se na těchto stromech vytvořil. Pokud dorost neodečítáme, vstupuje nám do přírůstu celá hodnota objemu stromů dorostu a ne to, co skutečně přirostlo. Proto se dnes objevují snahy o objektivizaci zjištění přírůstu dorostu do kmenoviny, např. PUKKALA, LAHDE, & LAIHO (2010).

9.5 Využití prvků kontrolních metod při převodech lesa na les nepasečný s dopadem do hospodářské úpravy lesů (monitoring stavu a vývoje lesa)

9.5.1 Monitorovací systém (design)

Společným prvkem monitorovacích systémů zaměřených na kontrolu stavu a vývoje převodů lesa na les různověký (nepasečný) je vhodně zvolená **sít' trvalých inventarizačních ploch**. Jejím úkolem je umožnění zjišťování monitorovacích veličin (indikátorů) na úrovni jednotlivých stromů a statistickým výpočtem následně tyto veličiny vztahovat na širší územní (kontrolní) jednotky.

V České republice se v současnosti používá inventarizačních šetření na tzv. inventarizační síti ploch statistické provozní inventarizace (ČERNÝ, M. et al., 2004). Východiskem pro stanovení počtu a umístění inventarizačních ploch je mapa typů vývoje lesa. Rozsah šetření bývá zpravidla optimalizován tak, aby cílová přesnost zjištění porostních zásob na celém sledovaném území byla do 5% a cílová přesnost zjištění porostních zásob za jednotlivé typy vývoje lesa byla v průměru kolem 10%. Ke stanovení cílového počtu ploch bývá využit údaj o proměnlivosti porostních zásob zjištěný úvodním šetřením v řidší pátevní síti (např. 250m x 250m) pokrývající celé analyzované území. V případě nedostatečného výsledku zjištění přesnosti porostních zásob se šetření doplní o plochy ze sítě doplňkové, resp. zahušťovací (např. 125m x 125m). Konkrétní plochy této sítě jsou náhodně vygenerovány v požadovaném množství.



Obr. 57: Ukázka rozložení inventarizační sítě v LHC (ZAHRADNÍČEK, 2010)

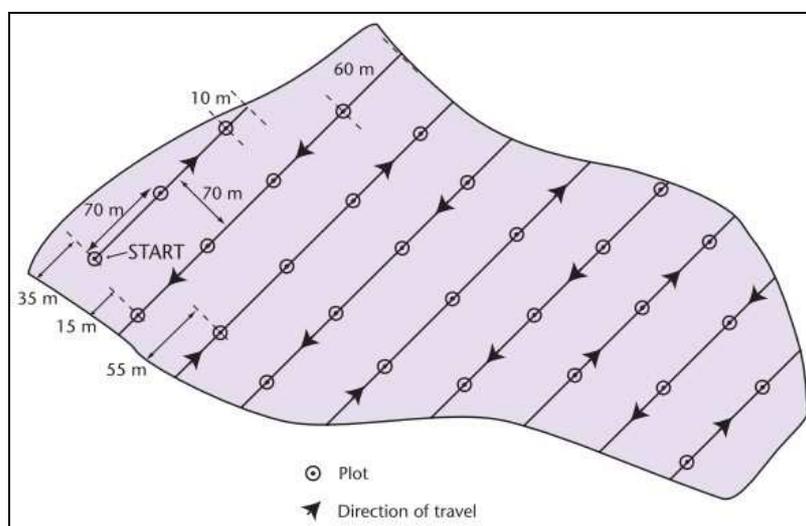
Velikost kruhové inventarizační plochy (500m^2), jakož i její vnitřní členění do tří soustředných kruhů, kdy každý z nich slouží ke zjišťování předem zvolených veličin podle tzv. prahové výčetní tloušťky stromu či obnovy porostu je dobře znám (ČERNÝ, M. et al., 2004). Strom, který svou výčetní tloušťkou překročil práh průměrkování pro příslušný soustředný inventarizační kruh, a nachází se v něm, je považován za zaujatý strom. Strom, který svou výčetní tloušťkou neodpovídá soustřednému kruhu, v němž se nachází, se neměří. Velikost a uspořádání inventarizačních ploch provozní inventarizace se mohou v rámci jednotlivých analyzovaných území lišit. Platí však, že by se uspořádání a ani velikost inventarizačních ploch neměly měnit v čase, poněvadž jen tak lze zajistit srovnatelnost výstupů (ZAHRADNÍČEK, 2010).

Ve Švýcarsku byla již v osmdesátých letech minulého století diskutována nutnost modifikovat inventarizaci založenou na průměrkování naplno. Tato metoda se díky nárůstu ceny lidské práce ukázala jako neúměrně drahá a navíc díky rozvoji aplikace moderních metod matematické statistiky i zbytečná. Vyústěním snah o zavedení inventarizace založené na síti trvalých zkusných ploch byla instrukce o aplikaci tzv. výběrových kontrolních metod (SCHMID-HAAS a kol., 1993). Podstatou je přechod od průměrkování naplno na měření na síti inventarizačních ploch, jejichž hustota se pohybuje v závislosti na velikosti a pestrosti lesního majetku mezi 2-0,2plochy/1ha. Inventarizační síť se zakládá zpravidla v obdélníkovém tvaru s poměrem stran 1:2 až 1:3. Používá se buď jednoduchý design, kdy se na inventarizační ploše měří všechny stromy, nebo se volí tzv. soustředný design o max. dvou kruzích.

Monitorovacích systémů určených ke sledování převodu lesa pasečného na les různověký (nepasečný) existuje, z hlediska metodického, velké množství. Pro ilustraci uvedeného konstatování uvádíme zásady aplikované k danému účelu ve Velké Británii (GERRY KERR et al., 2002; GERRY KERR et al., 2003). Nejdříve je zapotřebí procesem stratifikace vybrat homogenní části analyzovaného území (tzv. blok porostů) na základě podobných půdních podmínek a reliéfu terénu. Dále je nutno na nich zohlednit výskyt současných typů porostů a jejich vývojových fází. Poté je pro ně potřeba stanovit počet a velikost inventarizačních ploch, jakož i vzdálenost jejich středů (viz tab. 11). Doporučuje se, aby při velikosti bloku porostů do 5 ha obsahoval výběrový vzorek minimálně 60 stromů s použitím 25 ploch. U porostů větších než 5 ha by výběrový vzorek měl minimálně obsahovat 75 změřených stromů s použitím minimálně 25 až maximálně 35 ploch, odstupňovaně podle velikosti bloku porostů (blíže viz GERRY KERR et al., 2002). Příklad umístění ploch v rámci 13.9 ha velkého bloku porostů je obsahem obr. 59.

Hustota porostu (ks.ha ⁻¹)	Doporučená velikost plochy (ha)	Poloměr kruhové plochy (m) ¹	Délka čtvercové hrany plochy (m) ¹
>300	0.01	5.6	10.0
150 – 300 ²	0.02	8.0	14.1
<150 ²	0.05	12.6	22.4

Tab. 11: Velikost inventarizačních ploch podle hustoty porostu (GERRY KERR et al., 2002)



Obr. 58: Příklad umístění 29 ploch v rámci 13.9 ha velkého bloku porostů

¹ vzdálenosti musí být korigovány s ohledem na sklon svahu (viz HAMILTON, 1975, s. 132 – 134)

² doporučuje se použití menších soustředných ploch v rámci větší plochy k monitorování obnovy

9.5.2 Měřené veličiny (indikátory)

V případě převodů lesa stejnověkého na les různověký (nepasečný) ustupuje poněkud do pozadí výběr adekvátní kontrolní metody. Naopak do popředí zájmu jednoznačně vystupuje **monitorovací systém** daného převodu, který je postaven na konkrétních **měřených veličinách (indikátorech)**. Obdobně jako u kontrolních metod výběrných lesů, tak i v tomto případě je účelem: a) kontrola stavu a b) kontrola vývoje lesa s ohledem na předem stanovený cíl, kterým je dlouhodobý převod lesa na les různověký (nepasečný).

Za základní sledované veličiny monitorovacího systému při převodu lesa stejnověkého na les různověký můžeme především považovat (KERR et al. 2002; 2003):

- tloušťková struktura,
- dřevinná skladba,
- přítomnost a dřevinná skladba přirozené obnovy.

Kromě výše uvedených veličin je na zkusných plochách doporučováno provádět monitoring stavu přirozené obnovy s ohledem na konkurenci okolní vegetace, okus zvěře a další faktory ovlivňující její stav, jak uvádějí např. HERMER & G. KERR (1995) nebo NIXON & WORRELL (1999).

Pokud má být dále například monitorován objem a stabilita stromů, je nutné na zkusných plochách rovněž provádět měření výšek. Doporučuje se sledovat horní výšku základních druhů dřevin (u nejtlustších stromů) například na každé druhé zkusné ploše (HAMILTON, 1975). Na stabilitu je pak možné usuzovat z poměru výšky (cm) : tloušťce (cm) stromu, tzv. štíhlostního koeficientu. Pokud hodnoty indexu dosahují < 80, hovoříme o přiměřené stabilitě, pokud >100 pak tyto stromy označujeme za nestabilní.

Za stěžejní veličiny (kromě výše uvedených) monitorovacího systému při převodu lesa stejnověkého na les různověký (nepasečný) z pohledu hospodářsko-úpravnického považujeme:

- zásoba a její členění po tloušťkových třídách či tloušťkových stupních,
- přírůst zásoby.

Při měření na inventarizačních plochách provozní statistické inventarizace v České republice (ČERNÝ, M. et al., 2004) se sběr dat provádí na třech soustředných kruzích v rámci jedné inventarizační plochy. Na kruhu o poloměru 3m jsou měřeny stromy od výčetní tloušťky 7 cm, na kruhu o poloměru 7 m jsou měřeny stromy od výčetní tloušťky 12 cm a na celé inventarizační ploše jsou měřeny stromy s výčetní tloušťkou od 30 cm. Navíc se mimo střed inventarizační plochy zakládá tzv. obnovní kruh pro sledování obnovy (poloměr 2 m). Na inventarizační ploše se tak zjišťují údaje na dvou odlišných úrovních, tj. na úrovni strom a obnova (ZAHRADNÍČEK, 2010).

..

9.5.3 Interpretace výsledků

Obecně je podstatou interpretace výsledků inventarizace stavu lesa při kontrolních metodách snaha o zjištění, zda změny, které díky hospodaření v lese nastaly, směřují k cílovému stavu, či nikoliv. Cílový stav může být definován různými způsoby a to od vzorové křivky tloušťkových četností v kombinaci s maximální hodnotou celkového běžného přírůstu až po optimální rozložení LAI v tloušťkových stupních, četnost a druhové spektrum přirozené obnovy atd. Obecně však kontrolní metody nemohou a ani neposkytují jednoznačný návod na lesnické hospodaření. Již samotní zakladatelé kontrolních metod Gurnaud a Biolley zdůrazňovali, že nelze definovat jednoznačný cíl, ke kterému hospodaření bude směřovat. V kontextu dnešních poznatků by se tedy jejich výrok dal interpretovat jinými slovy. Les je komplexní biologický systém enormní složitosti, kdy zásah do jedné jeho složky vyvolá reakce ve složkách ostatních. Proto je nutno při každé kontrole prověřit nejen stav lesa, ale i cíl, který byl v minulosti nastaven. Tedy, ne slepě směřovat k vytýčenému cíli (vzorové křivce tloušťkových četností), ale posuzovat v každém kroku dosažitelnost cíle a zvažovat jeho případnou změnu.

9.5.4 Interval mezi inventarizacemi

Interval inventarizací je volen v závislosti na dvou hlavních faktorech. Obecně by neměl být interval inventarizace příliš krátký, aby chyba, se kterou se přímo měřené veličiny (např. tloušťka stromů) zjišťují, nebyla stejná, nebo větší, než hodnota reálného přírůstu veličiny za inventarizační období. Pokud bychom tuto skutečnost nerespektovali, pak by se mohlo stát, že chyba měření „zastře“ skutečný přírůst (PRODAN, 1965). Při dodržení jednoznačné metodiky měření a přesných pomůcek se však interval dá zkrátit i na 1-2 roky. Pro běžné účely lesnického plánování se však interval opakování inventarizace běžně nedostává pod hranici 5let. Dalším faktorem je požadavek aktuálnosti výsledků kontroly. Především při kontrolní metodě potřebujeme umět posoudit, zda hospodaření prováděné v mezidobí mezi inventarizacemi směřovalo strukturu lesa k rovnovážnému stavu. Proto informace, které při hospodaření využíváme, nesmí příliš zastarat. Historicky byl využíván i interval 20 let, ale neosvědčil se. Ve většině lesnických vyspělých zemí je dnes prováděno opakování inventarizace lesa pro potřeby lesnického plánování po 10 letech.

9.6 Závěr

V České republice se kontrolní metody historicky nedočkaly masového uplatnění díky téměř naprosté absenci výběrného lesa. V současnosti však pozorujeme zájem o jemnější způsoby hospodaření v lese, vedoucí při aplikaci ke změně struktury lesa, opuštění holin a posléze i pasečného, stejnověkého charakteru lesa. Různověkost lesních porostů je vážnou překážkou pro uplatňování metod klasické hospodářské úpravy lesa a naskýtá se příležitost využít metody kontrolní. Historická nevýhoda, tj. drahé a náročné průměrkování naplno, byla zavedením výběrových metod eliminována. Kontrolní metody by se tak i v našich zemích mohly po dlouhé době dočkat renesance.

10 ZÁVĚR

Předkládaný soubor uvedených kapitol, které rozšiřují více-méně konzervativní praktický obraz hospodářské úpravy lesů, umožňuje řešit širší oblast problematiky disciplíny v úrovni znaleckých aktivit, výzkumné práce atd. Jednotlivé oblasti nejsou zpracovány komplexně, ale spíše jako souhrn základních informací, které umožňují výběr optimální metodiky pro jednotlivé případové studie, případně pro zpracování praktických výstupů hospodářské úpravy lesů, zejména lesních hospodářských plánů a osnov, zejména v úrovni posuzování stavu lesa a diferencovaných strategií hospodaření. Předpokládáme, že předložené informace mohou dále sloužit i pro vlastnickou praxi a pro oblast kontrol. Pokud tomu tak bude, pak předložený text splnil svůj cíl.

11 CITOVANÁ A POUŽITÁ LITERATURA

- AKCA, A. et al. (1989): Arbeitskreis Zustandserfassung und Planung in der AG Forsteinrichtung 1990, 1997.
- ALBRECHT, L. (1991): Die Bedeutung des toten Holzes im Wald. Forstw. Cbl., 110/2: 106 – 113.
- ALEXANDER, R. R., & EDMISTER, C. B. (1977). *Regulation and control of cut under uneven-aged management*. USDA Forest Service. Research Paper RM-182.
- ALEXANDER P., ČERMÁK J., NADEZHDINA N. 2010. Some possibilities of functional diagnostics in the juridically expert practice (in Czech). Soudní inženýrství, 21: 245-261.
- AMANN, G. (1956): Bäume und Sträucher des Waldes. (2. Aufl.), Melsungen, Neumann-Neudamm.
- AMBROS, Z. (1988): Vybrané kapitoly pro „Uživatelskou příručku registru biogeografie ISÚ“. Praha, Terplán.
- AMBROS, Z. (1988): Vybrané kapitoly pro „Uživatelskou příručku registru biogeografie ISÚ“. Terplan Praha.
- AMMER, U. - DETSCH, R. (1999): Waldökologischer Vergleich von Naturwaldreservaten und Wirtschaftswäldern. AFZ/Der Wald, 54: 394 - 396.
- AMMER, U. (1991): Konsequenzen aus den Ergebnissen der Totholzforschung für die forstliche Praxis. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 110: 149 – 157.
- AMMON, W. (1937): Das Plenterprinzip in der schweizerischen Forstwirtschaft, Bern, Leipzig.
- AMMON, W. (1944): Das Plenterprinzip in der schweizerischen Forstwirtschaft. Bern.
- AMMON, W. (1946): Výberkový princíp vo švajčiarskom lesnom hospodárstve. Povereníctvo poľnohospodárstva, Bratislava.
- AMMON, W. (2009). *Výběrný princip v lesním hospodářství* (p. 157). Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce.
- ANON, (2003): Schweizerisches Landesforstinventar 1993-95, WSL.

ASSMANN, E. (1961): Waldertragskunde. Organische Produktion, Struktur, Zuwachs und Ertrag von Waldbeständen. München, Bonn, Wien, Slovenský překlad: MATULAY, C. – PAŠKA, J. (1968): Nauka o výnose lesa. Bratislava.

ANUČIN, N. P., 1954: Sortimentnyje tablicy. Goslesbumizdat, Moskva.

ASSMANN, E., 1961: Waldertragskunde. Organische Produktion, Struktur, Zuwachs und Ertrag von Waldbeständen. BLV Verlagsgesellschaft, München, Bonn, Wien, 490 s.

ASSMANN, E., FRANZ, F., 1963: Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern. Institut für Ertragskunde der Forstlichen Forschungsanstalt München, München, 104 s.

AUBRECHT L., STANEK Z., KOLLER J. 2006: Electric measurement of the absorbing surfaces in whole tree roots by the earth impedance method - I. Theory. *Tree Physiology*, 26: 1105-1112.

BACHMAN, P., 1967: Vereinfachte Wert- und Wertzuwachsrechnungen. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 118, č. 9, s. 561-575

BAKER, J. B., CAIN, M. D., GULDIN, J. M., MURPHY, P. A., & SHELTON, M. G. (1996). *Uneven-aged silviculture for the loblolly and shortleaf pine forest cover types*. USDA Forest Service. General Technical Report SO-118.

BAADER, G. (1941): Der Kiefernüberhalt. Frankfurt a. M.

BALCAR, V. – VACEK, S. – HENŽLÍK, V. (1994): Dynamika poškození lesních porostů v horských oblastech. In: Jurásek, A., Vacek, S. (eds.): Stav horských lesů Sudet v České republice. Opočno, Výzkumná stanice VÚLHM, s. 73–100.

BALCAR, V. – VACEK, S. (1994): Znečištění ovzduší v horských oblastech. In: Jurásek, A., Vacek, S. (eds.): Stav horských lesů Sudet v České Republice. Opočno, Výzkumná stanice VÚLHM, s. 51–72.

BAUR, F., 1876: Die Fichte in Bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form. Springer, Berlin, 103 s.

BERGEL, D., 1969: Ertragskundliche Untersuchung über die Douglasie in Norddeutschland. (Dissertation). Göttingen

BENEKE, CH. - MANNING, D. B. (2003): Coarse Woody Debris (CWD) in the Weberstedter Holz, a near Natural Beech Forest in Central Germany. Deliverable 20 of the Nat-Man Project.

- BEZECNÝ, P. (1992): Pěstování lesů. Praha.
- BIOLLEY, H. E. (1920). *Hospodářské lesní zřízení* (p. 91). Praha: Spolek posluchačů lesního inženýrství v Praze.
- BOBIEC, A. (2002): Living stands and dead wood in the Bialowieza forest: suggestions for restoration management. *Forest Ecology and Management*, 165: 125 - 140.
- BORMANN, F. H. – LIKENS, G. E. (1979): Catastrophic disturbance and steady state in northern hardwood forests. *Amer. Soc.*, 67: 666 – 669.
- BORRMANN, K. (1996): Vierzig Jahre Naturwaldforschung im Heilige Hallen-Bestand. *AFZ/Der Wald*, 51: 1292 - 1296.
- BORZEMSKY, E., 1961: Tablice sortymentove dla rebnych i bliskorebnych drzewostanów sosnowych. *Prace instytutu badawczego lesnictwa*, 244, Warszawa
- BORZEMSKY, E., 1965: Tablice sortymentovo rebnych i bliskorebnych drzewostanów swierkowych. *Prace instytutu badawczego lesnictwa*, 302, Warszawa
- BORZEMSKY, E., 1972: Tablice sortymentove dla rebnych i bliskorebnych jednopietrowych drzewostanów jodlowych. *Prace instytutu badawczego lesnictwa*, 406, Warszawa
- BOTTERWEG, P. F. (1982): Dispersal and flight behaviour of the spruce bark beetle *Ips typographus* in relation to sex, size and fat content. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 94: 466 - 89.
- BOZDĚCH, J. (1958): Krutzschovo hospodářství a možnosti jeho zavedení u nás. *Lesnická práce*, 37: 5: 195 - 198.
- BUČEK, A.– LACINA, J. (1999): *Geobiocenologie II*. MZLU, Brno.
- BURSCHEL, P. – HUSS, J. (1997): *Grundriss des Waldbaus. Ein Leitfaden für Studium und Praxis*. Berlin.
- BURSCHEL, P. (1992): Totholz und Forstwirtschaft. *AFZ/Der Wald*, 47: 1143 - 1146.
- BZOWSKI, M. – DZIEWOLSKI, J. (1973): Zniszczenia w lasach Tatrzańskiego Parku Narodowego spowodowane przez wiatr halny wiosną 1968. *Ochrona Przyrody*, 43: 115 - 154.
- CÍSAŘ, V. (1959): Chomutovské hospodářství. *Sborník ČSAZV – Lesnictví*, 5: 1013 – 1032.

CÍSAŘ, V. (1962): Vorratspflege in den Komotauer Forsten. Archiv f. Forstwesen, 11: 771 - 779.

CÍSAŘ, V. (1987): Das Wirken Prof. Dr. Ing. Anton Heger in den Chomutover Forsten. In: Wissenschaftsbereich Waldau und Forschtzng, TU Dresden, Sekt. Forstwirtschaft Tharant, s. 24 – 35.

CLARK, PH. J., EVANS, F. C., 1954: Distance to nearest neighbour as a measure of spatial relationships in populations. Ecology, 35: 4: 445 – 453.

COCHRAN, P. H. (1992). *Stocking levels and underlying assumptions for uneven-aged ponderosa pine stands*. USDA Forest Service. Research Note PNW-509.

CZÁJLIK, P. - KENDERES, K. - STANDOVÁR, T. - TÍMÁR, G. (2003): Report on Site-based Permanent Plot, Second-phase and New Mapping Studies: Kékes Forest Reserve.

ČERMÁK, P., MRKVA, R. (2003): Okus semenáčků v honitbě, monitorování okusu semenáčků v honitbě jako podklad pro plánování a kontrolu početnosti spárkatých přežvýkavců. Lesnická práce, 82: 1: 40 – 41.

ČERMÁK J. DEML M. PENKA M. 1973. A new method of sap flow rate determination in trees. Biol. Plant. (Praha) 15(3): 171-178.

ČERMÁK J. ÚLEHLA J. KUCERA J. PENKA M. 1982. Sap flow rate and transpiration dynamics in the full-grown oak (*Quercus robur* L.) in floodplain forest exposed to seasonal floods as related to potential evapotranspiration and tree dimensions. Biol. Plant. (Praha) 24(6): 446-460.

ČERMÁK J. JENÍK J. KUCERA J. ŽIDEK V. 1984. Xylem water flow in a crack willow tree (*Salix fragilis* L.) in relation to diurnal changes of environment. Oecologia (Berlin) 64: 145-151.

ČERMÁK J. 1986. Short- and long-term response of transpiration flow rate in full-grown trees to water stress. In: Proc. 18th IUFRO World Congress, Whole-Plant Physiology Working Party (S 2.01-15) 7-21. Sept 1986, Ljubljana, Yugoslavia, Yugoslav IUFRO World Congress Organiz. Committee (ed.), Plesko Ljubljana pp.187-193.

ČERMÁK J. NOVÁK J. 1987. Composition of organic volatile compounds in the atmosphere of forest ecosystems as studied by gas-chromatography. Ekologia (Bratislava) 6(3): 251-264.

ČERMÁK J. KUCERA J. 1990. Scaling up transpiration data between trees, stands and watersheds. Silva Carelica 15:101-120.

ČERMÁK J. KUCERA J. ŠTEPANKOVA M. 1991. Water consumption of full-grown oak (*Quercus robur* L.) in a floodplain forest after the cessation of flooding. In: "Floodplain forest ecosystem II", Penka M. Vyskot M. Klimo E. Vašíček F. (eds.), p.397-417, Elsevier (Developm. in Agricult.& Managed Forest Ecology 15B), Amsterdam-Oxford-N.York-Tokyo.

ČERMÁK J. MATYSSEK R. KUCERA J. 1993. Rapid response of large, drought stressed beech trees to irrigation. *Tree Physiology*, 12: 281-290.

ČERMÁK J. and URBAN J. 1995. "Volatile organic substances released by forest trees - primary attraction and indication of stresses (in Czech, English abstract) In: Workshop "Zvelebení lesních ekosystémů", VÚLHM-SB-NLK, Opocno, 5-9.11.1995.

ČERMÁK J. and NADEZHDINA N. 1998. Sapwood as the scaling parameter - defining according to xylem water content or radial pattern of sap flow? *Ann.Sci.For.*55: 509-521.

ČERMÁK J. RIGUZZI F. and CEULEMANS R. 1998. Scaling up from the individual trees to the stand level in Scots pine: 1. Needle distribution, overall crown and root geometry. *Ann.Sci.For.*55: 63-88.

ČERMÁK J. 1998. Leaf distribution in large trees and stands of the floodplain forests in southern Moravia. *Tree Physiol.* 18:727-737.

ČERMÁK J. HRUŠKA J. MARTINKOVÁ M. PRAX A. 2000. Urban tree root systems and their survival near houses analyzed using ground penetrating radar and sap flow techniques. *Plant and Soil* 219 (1-2): 103-115.

ČERMÁK J., KUCERA J., PRAX A., BEDNÁŘOVÁ E., TATARINOV F., NADEZHDIN V. 2001: Long-term course of transpiration in a floodplain forest in southern Moravia associated with changes of underground water table. *Ekologia (Bratisl.)* Vol.20, Suppl.1: 92-115.

ČERMÁK J. and PRAX A. 2001. Water balance of the floodplain forests in southern Moravia considering rooted and root-free compartments under contrasting water supply and its ecological consequences. *Ann.Sci.For.* 58:1-12.

ČERMÁK J., KUCERA J. and NADEZHDINA N. 2004. Sap flow measurements with two thermodynamic methods, flow integration within trees and scaling up from sample trees to entire forest stands. *Trees, Structure and Function* 18:529-546.

ČERMÁK J., ULRICH R., STANEK Z., KOLLER J., AUBRECHT L. 2006: Electric measurement of the absorbing surfaces in whole tree roots by the earth impedance method - II. Verification based on allometric relationships and root severing experiments. *Tree Physiology*, 26: 1113-1121.

ČERMÁK J. KUCERA N. BAUERLE W.L. PHILLIPS J. and HINCKLEY TM. 2007. Tree water storage and its diurnal dynamics related to sap flow and changes of trunk volume in old-growth Douglas-fir trees. *Tree Physiology* 27: 181-198.

ČERMÁK J., NADEZHDINA N., NERUDA J., ULRICH R. 2008. Mechanical damage to root systems by forwarders and its application for objective derivation of safe width of extraction trails. In: *Proceedings 3rd International Scientific Conference FORTECHENVI 2008 (Appendix)*, 389-392. May 26-30, 2008. Prague, Czech Republic.

ČERMÁK J., NADEZHDINA N., MEIRESONNE L., & CEULEMANS R. 2008. Scots pine root distribution derived from radial sap flow patterns in stems of large leaning trees. *Plant and Soil* 305 (1-2): 61-75.

ČERMÁK J. and PRAX A. 2009. Transpiration and soil water supply in floodplain forests. *Ekologia Bratislava*, 28(3): 248-254.

ČERMÁK J., NADEZHDINA N. 2009. Application of sap flow technique for characterizing the whole tree architecture, especially root distribution. 7th International Workshop on Sap Flow, Seville (Spain) 21-24 October 2008. *Acta Horticulturae (ISHS)* 846: 219-228.

ČERMÁK J. et al. 2011. Effective areas in a Norway spruce forest: sunlit leaf area and absorptive root area. (in press)

ČERMÁK, V., HUBAČ, K., 1978: Sortimentáčné tabuľky pre listnaté dreviny. *Príroda*, Bratislava, 203 s.

ČERMÁK, V., KUNDRÍK, F., PÁNKOVÁ, D., 1982: Konštrukcia stromových sortimentačných tabuliek pre hrab. *Lesnícky časopis*, 28, č. 5, s. 327-346

ČERMÁK, V., KUNDRÍK, F., PÁNKOVÁ, D., 1983: Konštrukcia porastových sortimentačných tabuliek pre hrab. *Lesnícky časopis*, 29, č. 6, s. 495-510

ČERMÁK, V., PETRÁŠ, R., NOCIAR, V., 1986: Konštrukcia stromových sortimentačných tabuliek pre smrekovec. *Lesnícky časopis*, 32, 1986, č. 1, s. 25-38

ČERMÁK, V., PETRÁŠ, R., NOCIAR, V., 1988: Konštrukcia porastových sortimentačných tabuliek pre smrekovec. *Lesnícky časopis*, 34, 1988, č. 2, s. 149-160

ČERNÝ, M., PAŘEZ, J., MALÍK, Z., 1996: Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky (smrk, borovice, buk, dub). IFER - Ústav pro výzkum lesních ekosystému, s.r.o., Jílové u Prahy, 245 s.

ČERNÝ, M., PAŘEZ, J., 2005. Zjišťování objemu a sortimentace stojících stromů s využitím modelu tvaru kmene. Lesnická práce, 84, č. 12, s. 22-25

ČERNÝ M. , APLTAUER J. A OUJEZDský P., 2009. Programová podpora sortimentace těžebního fondu. Lesnická práce, 88, č. 9, s. 24-26

ČERNÝ, M., ZAHRADNÍČEK J., PAŘEZ, J., BERANOVÁ, J., RUSS, R., & TATARINOV, F. (2004). *Metodika tvorby lesního hospodářského plánu na podkladě provozní inventarizace* (p. 215). Praha: Ministerstvo životního prostředí.

ČERNÝ, M. – ZAHRADNÍČEK, J. – PAŘEZ, J. – MORAVČÍK, P. (2000): Hospodářská úprava lesů na bázi statistické provozní inventarizace. Lesnická práce, 79:60 - 62.

ČERNÝ, M. – ZAHRADNÍČEK, J. – PAŘEZ, J. (2001): Metoda integrované hospodářské úpravy lesů v lesích s bohatou strukturou. Lesnická práce, 80: 24 - 27.

ČERNÝ, M. et al. (2004): Metodika tvorby lesního hospodářského plánu na podkladě provozní inventarizace. IFER, 215 s.

ČÍŽEK, J. – STONE, B. (1963): Příspěvek k teoretickým základům podrostního hospodářství. Sborník lesnické fakulty VŠZ, Praha, 6: 135 – 155.

ČÍŽEK, J. (1969): Pěstební výběr při obnově smrkových porostů v podrostním hospodářství. In: Sborník VLÚ-VŠZ, 12: 87 – 109.

ČÍŽEK, J. (1977): Objemová produkce holosečného a podrostního lesa. Lesnictví, 23, 8: 575 - 590.

DANNECKER, K. (1951a): Waldbau als Vorratspflege. Allg. Forstzeitschrift, 6: 17 – 19.

DANNECKER, K. (1951b): Neue Schule der Waldbautechnik. Allg. Forstzeitschrift, 6: 249 – 254.

DAVID T.S., DAVID J.S., PINTO, C.A., ČERMÁK J., NADEZHDIN V., NADEZHDINA N.2011. *Quercus suber* hydraulic architecture depicted through sap flow. *Functional Plant Biology*. (submitted).

HRUŠKA J. ČERMÁK J. ŠUSTEK S. 1999. Mapping of tree root systems by means of the ground penetrating radar. *Tree Physiology* 19: 125-130.

DEBELJAK, M. (1999): Mrtvo drevje v pragozdu Pecka. *Zbornik Gozdarstva in Lesarstva, Ljubljana*, 59: 5 - 31.

DECEI, I., 1980: *Tabele de sortare pentru arbori*, ICAS, Bucuresti, 97 s.

DEJMAL, J., 1973: Tabulky pro sortimentaci těžebního fondu založené na tvarových i jakostních znacích surových kmenů hlavních hospodářských dřevin. *Acta Universitatis agriculturae, Brno*, series C, 42, č. 3/4, s. 359-376

DE LIOCOURT, F. (1898). *De l'aménagement des sapinières*. Besancon: Bul. de la Société Forestière de Frnch-Conté et Belfort.

DENGLER, A. (1944): *Waldbau*. Berlin.

DOLEŽAL, B. (1948). *Základní pojmy v učení o kontrolních metodách* (p. 200). Brno.

DOLEŽAL, B. (1964). Výnosová (ťažbová) úprava vo výbernom lese. *Časová úprava lesa* (pp. 260–282). Bratislava: Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry.

DVORAK, L. (2001). *Kontrollstichproben im Plenterwald*. ETH Zürich. Retrieved from <http://e-collection.library.ethz.ch/eserv/eth:24036/eth-24036-02.pdf>

DUCHOVNIKOV, J., 1956: Opitni sortimentni tablici za smrč drwostoi u nas. *Naučni trudove, Sofia*, s. 31-49

DUCHOVNIKOV, J., 1957: Opitni sortimentni tablici za belija bor u nas. *Naučni trudove, Sofia*, s. 67-82

DUSCHEK, S. (1953): *Vorratspfliegewirtschaft*. Österr. Vierteljahresschrift f. Forstwesen, s. 194 – 201.

DUSCHEK, S.(1943):*Vorratswirtschaft*. Vortrag auf der Arbeitstagung Frauenberg. Manuskript.

EBERBACH, O. (1913): Die Ordnung der Holznutzungen auf wissenschaftlicher und geschichtlicher Grundlage. Karlsruhe.

EBERBACH, O. (1920): Die beste Bestandsform. Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, 52: 545 – 566.

EBERBACH, O. (1927): Die forstliche Erwerbswirtschaft, ihre betriebliche Ordnung und kaufmännische Überwachung. Karlsruhe.

EICHHORN, F., 1904: Beziehungen zwischen Bestandeshöhe und Bestandesmasse. Allgemeine Forst – und Jagdzeitung, 80, 2, s. 45-49.

EICHHORN, F., 1902: Ertragstafeln für die Weisstanne. Verlag Julius Springer, Berlin 81 s.

FABRIKA, M., ĎURSKÝ, J. (2005): STROMOVÉ RŮSTOVÉ SIMULÁTOR. EFRA, ZVOLEN, 112 s.

FABRIKA, M., PRETZSCH, H., 2011: Analýza a modelovanie lesných ekosystémov. TU Zvolen. 599 s.

FEKETE, Z., 1960: Az akácok ujrafelvételeinek eredményei. Erdészeti Kutatások, 56, č.1/3, s. 3-43

FLURY, P., 1907: Ertragstafeln für die Fichte und Buche der Schweiz. Mitteilungen der Schweizerischen Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen, Band 9, 345 s.

FLURY, P. (1933): Über die Wachstumsverhältnisse im Plenterwald. Mitteil. Schweiz. Anstalt f. Forstl. Versuchswesen, 18: 51 – 151.

FLURY, P., 1916: Untersuchungen über die Sortimentsverhältnisse der Fichte, Weisstanne und Buche. Mitteilungen der Schweizerischen Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen, XI, Heft 2, s. 153 -272

FRIDMAN, J. - WALHEIM, M. (2000): Amount, structure, and dynamics of dead wood on managed forestland in Sweden. Forest Ecology and Management 131: 23 - 36.

FRIČ, J. (1946): Pěstění lesů; Pěstění kmenoviny. In: Malá encyklopedie lesnictví. I., 504 – 510, Písek.

GADOW, K. – STÜBL, V. (1994): Die Inventuren der Forsteinrichtung. Forst. u. Holz, 49: 129 – 131.

GADOW, K. (1996): Möglichkeiten und Grenzen der mittelfristigen Waldbauplanung. Allg. Forst – u. Jagdztg., 167: 24 – 28.

GADOW, K. (2000): Waldstruktur und Diversität. Allg. Forst – u. Jagdztg., 170: 117-122.

GAYER, K. J. (1880): Der Waldbau. München.

GEROLD, D., RÖMISCH, K., 1985: Sortentafel der neuen DDR-Fichtenertragtafel. Sozialistische Forstwirtschaft, 35, 1985, č. 7, s. 200-2002

GIERLINSKY, I., 1970: Metoda opracowania i zastosowania tablic dynamiki struktury sortymentowej drzewostanów ważniejszych gatunków drzew lesnych. Zeszyty naukowe szkoły głównej gospodarstwa wiejskiego – Lesnictwo, zeszyt 15, Warszawa, s. 143-184

GIURGIU, V., DECEI, I., 1981: Tabele de sortare pentru arborete la principalele specii forestiere. ICAS, Bucuresti, 44 s.

GIURGIU, V., DECEI, I., ARMADESCU, S., 1972: Biometria arborilor si arboretelor din Romania – Tabele dendrometrice. Editura Ceres, Bucuresti, 1155 s.

GRODZKI, W. – JAKUS, R. – LAJZOVÁ, E. – SITKOVÁ, Z. – MACZKA, T. – ŠKVARENINA, J. (2006): Effects of intensive versus no management strategies during an outbreak of the bark beetle *Ips typographus* (L) in the Tatra Mts. in Poland and Slovakia, Ann. For. Sci., 63: 55 – 61.

GRODZKI, W. (1997): *Pityogenes chalcographus* - an indicator of man-made changes in Norway spruce stands. Biologia, 52: 2: 217 - 220.

GROSSER, K. H., – FISCHER, W. – MANSIK, K. H.: Vegetationskundliche Grundlagen für die Erschliessung und Pflege eines Systems von Waldreservaten Naturschutzarbeit in Berlin und Brandenburg. Beiheft 3, Postdam, 1967, 97 s.

GROSSER, K. H. – FISCHER, W. – MANSIK, K. H. (1967): Vegetationskundliche Grundlagen für die Erschliessung und Pflege eines Systems von Waldreservaten Naturschutzarbeit in Berlin und Brandenburg. Beiheft 3, Postdam, 97 s.

HALAJ, J, GRÉK, J., PÁNEK, F., PETRÁŠ, R, ŘEHÁK, J., 1987: Rastové tabuľky hlavných drevín ČSSR. Bratislava, Príroda, 361 s.

- HALAJ, J., PETRÁŠ, R., 1981: Výskum rastového procesu hlavných drevín pre konštrukciu rastových tabuliek ČSSR. Etapa: Úprava rastových tabuliek pre drevinu duglaska, breza, topol' a agát. (Záverečná správa) Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen, 111 s.
- HALAJ, J. - BORTEL, J. - GRÉK, J. - MECKO, J. - MIDRIAK, R. - PETRÁŠ, R. - SOBOCKÝ, E. - TUTKA, J. - VALTYŇI, J.: Rubná zrelosť drevín. Lesnícke štúdie, 48, 1990, 117 s.
- HALAJ, J., ŘEHÁK, J., 1979: Rastové tabuľky hlavných drevín ČSSR. Příroda, Bratislava, 352 s.
- HALAJ, J., PETRÁŠ, R., 1998: Rastové tabuľky hlavných drevín. Slovak Academic Press, Bratislava, 325 s.
- HAMILTON, G. J. (1975). *Forest mensuration*. Edinburgh: Forestry Commission.
- HARMER, R., & KERR, G. (1995). *Natural regeneration of broadleaved trees*. Edinburgh: Forestry Commission Information Note No. 275.
- HARMON, M. E. et al. (1986): Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Adv. Ecol. Res.*, 15: 133 - 276.
- HARTIG, G. L. (1808): Anweisung zur Taxation der Forste oder zur Bestimmung des Holzertrages. Giessen.
- HASENKAMP, J. G. (1982): Grundsätze und Ziele der Arbeitsgemeinschaft Naturgemässe Waldwirtschaft. In: GADOW W. H.: Weiterentwicklung unserer Wälder. Bremen.
- HEGER, A. – SCHÖNEBACH, H. (1955): Lehrbuch der forstlichen Vorratspflege. Radebeul, Berlin. Slovenský preklad: Bezačinský H. a Červenka E. Pestovanie zásoby lesného stromovia. Bratislava 1962.
- HEGER, A. (1926): Fichtenwirtschaft im exponierten Mittelgebirge. *Sudetendeutsche Forst – u. Jagdzeitung*, 26: 210 – 213, 225 – 229.
- HEGER, A. (1930): Vorratswirtschaft im oberen Erzgebirge. *Sudetendeutsche Forst – u. Jagdzeitung*, s. 258 – 264.
- HEGER, A. (1935): Beiträge zur Vorratswirtschaft. *Tharandt. Forstl. Jahrbuch*, 86: 536, 691 – 747, 757 – 815.

- HEGER, A. (1938): Vorratspflege. Diss., Fak. Forstw., Hochschule f. Bodenkultur, Wien.
- HEGER, A. (1944): Kahlschlag oder Durchforstung. Reichenberg.
- HEGER, A. (1948): Die Sicherung des Fichtenwaldes gegen Sturmschäden (1. Aufl., 2. Aufl. 1953), Radebeul – Berlin. Český překlad: Ochrana smrčín proti škodám větrem. Praha 1957.
- HEGER, A. (1949): Vorratspflege im Fichtenwald. Forstwirtschaft-Holzwirtschaft, 3: 291 – 292.
- HEGER, A. (1950): Lehrbuch der forstlichen Vorratspflege. (1. Aufl.), Radebeul – Berlin.
- HEGER, A. (1952a): Allgemeines über Vorratspflege. Wald – Vorratspfleglich Waldwirtschaft, 5 – 11.
- HEGER, A. (1952b): Die Vorratspflegliche Bewirtschaftung des Bauernwaldes. Die Deutsche Landwirtschaft.
- HEGER, A. (1954): Erfolgsaussichten der vorratspfleglichen Waldwirtschaft, Archiv f. Forstwesen, 3: 1 – 22.
- HEYDEMANN, B.: Zur Frage der Flächengrößen von Biotopbeständen für den Artenschutz und Ökosystemschutz. Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege 31, 1981, s. 21 – 51.
- HEYDER, J. (1986): Wadbau im Wandel. Frankfurt a. M.
- HEYER, C. (1854): Der Waldbau oder die Forstproduktzucht. Leipzig.
- HIBBERT, A. R. (1967): Forest treatment effects on water yield. In: Sopper W. E. – Lull H. W.: Forest Hydrology, New York, s. 527 – 543.
- HILLEBRAND, K. (1996): Untersuchungen zu Wachstum und Ökologie älterer Vogelbeer – Fichtengruppen in Hochlagen. In: Tagungsband Sekt. Waldbau, Göttingen.
- HOFMAISTER, Š., VACEK, S. (2006): The Prosperity of Silver Fir (*Abies alba* Mill.) Natural Regeneration in the Gene Bases of the Krkonoše Mts. In: Stabilisation of forest functions in biotopes disturbed by anthropogenic activity (Sb. z konf. 5. – 6.9.2006, Opočno), VÚLHM Jíloviště-Strnady, s. 311 – 318.

- HONSA, I. (2000): Vodopis. In: Vonička P. (ed.): Národní přírodní rezervace Jizerskohorské bučiny. Jizersko-ještědský horský spolek, Liberec, 63 s.
- HORT, L. - VRŠKA, T. (1999): Podíl odumřelého dřeva v pralesovitých rezervacích ČR. In: Vrška T. (ed.) 1999. Význam a funkce odumřelého dřeva v lesních porostech. Sborník referátů NP Podyjí, Vranov nad Dyjí. s. 75 - 86.
- HUBAČ, K., 1973: Sortimentáčné tabuľky pre ihličnaté dreviny. Príroda, Bratislava, 224 s.
- HUSS, J. (1977): Vergleichende ökologische Untersuchungen über die Reaktion junger Fichten auf Lichtenzug und Düngung im Freigelände und in Bechattungskästen. Göttingen Bodenkundliche Berichte, 51.
- HUSS, J. (1992): Was ist Waldbau auf ökologischer Grundlage? Allg. Forst Zeitschrift, 2: 56 - 64.
- HYNEK, V. (1990): Návrh opatření k využití jedle bělokoré k obnově lesních porostů v ČR, zejména doporučení vhodných proveniencí. Realizační výstup. Jíloviště – Strnady, VÚLHM, 9 s.
- HYNEK, V. (2000): Doporučení pro zakládání genových základů v PLO 22 – Krkonoše. Metodický materiál. Vrchlabí, Správa KRNAP, 4 s.
- CHRISTENSEN, M. - HEILMANN-CLAUSEN, J. - WALLEYN, R. - ADAMČÍK, S. (2004): Wood-inhabiting fungi as indicator of nature value in European beech forest.-In: Marchetti M.: Monitoring and Indicators of Forest Diversity in Europe - From Ideas to Operationality, EFI Proceedings, 51: 229 - 237.
- CHRISTENSEN, M. - MORTEN, - HAHN, K. (2003): A Study of Dead Wood in European Beech Forest Reserves. Deliverable 20 of the Nat-Man Project.
- INDRUCH, A. (1985): Zakládání a výchova listnatých lesů. SZN, Praha, 144 s.
- JACTEL, H. (1991): Dispersal and flight behaviour of *Ips sexdentatus* (Coleoptera: Scolytidae) in pine forest. Annales des Sciences Forestieres, 48: 417 - 28.
- JAEHNE, S. – DOHRENBUSCH, A., 1997: Ein Verfahren zur Beurteilung der Bestandesdiversität. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 116: 333-345.

- JAKUŠ, R. – GRODZKI, W. – JEŽIK, M. – JACHYM, M. (2003): Definition of spatial patterns of bark beetle *Ips typographus* (L.) outbreak spreading in Tatra Mountains (Central Europe), using GIS. In: Mc Manus M., Liebhold A. (eds.): Ecology, Survey and Management of Forest Insects, Proceedings of the conference, USDA Forest Service, GTR NE-311: 25-32.
- JANKOVSKÝ, L. - BERÁNEK, J. - VÁGNER, A. - ANTONÍN, V. - LIČKA, D. (2001): Dřevní houby a rozklad dřeva v PR Polom (CHKO Železné hory). In: Jankovský, L., Čermák, P. 2001, Tlející dřevo 2001. Sborník referátů MZLU Brno, s. 97 – 110.
- JANKOVSKÝ, L. - BERÁNEK, J. - VÁGNER, A. (2004). Rotten wood and mycoflora in nature reserve Polom, protected landscape area Železné hory. Journal of Forest Science, 50: 3: 118–134.
- JANKOVSKÝ, L. - VÁGNER, A. - APLTAUER, (2002): The decomposition of wood mass under conditions of climax spruce stands and related mycoflora under conditions spruce stands and related mycoflora in the Krkonoše Mountains. Journal of Forest Science, 48: 2: 70 – 80.
- JANKOVSKÝ, L. (2001): Tlející dřevo. In: Jankovský, L., Čermák, P. (2001). Tlející dřevo 2001. Sborník referátů MZLU Brno: s. 7 - 12.
- JANKOVSKÝ, L., LIČKA, D., JEŽEK, K. (2003): Inventory of dead wood in the Kněhyně-Čertův mlýn National Nature Reserve, the Moravian - Silesian Beskids. Journal of Forest Science, 50: 4: 171 – 180.
- JAWORSKI, A. – KARZMARSKI, J. (1995): Budowa, struktura, dynamika i możliwości produkcyjne górnoreglowych borów świerkowych w Babiogórskim Parku Narodowym. Acta Agr. et Silv., ser Silv., 33.
- JAWORSKI, A. (1988): Budowa, struktura i dynamika górnoreglowych borów świerkowych w Karpatach a metody Postępowania hodowlanego. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie, nr. 332, sesja naukowa, 56: 37–67.
- JAWORSKI, A. (1998): Budowa, struktura i dynamika górnoreglowych borów świerkowych w Karpatech a metody postępowania hodowlanego. In: Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kollataja w Krakowie 332. Sesja Naukowa z. 56 Kraków, Ar, s. 37 – 68.
- JAWORSKI, A. (2000): Zasady hodowli lasów górskich na podstawach ekologicznych. Warszawa.
- JENÍK, J. (1979): Ecological meaning of stability. In: Stability of spruce forest ecosystems. Symposium MAB, Brno, 1979, s. 7 – 15.

JENÍK, J. (1994): Lesní ekosystém základem lesního hospodářství. Bulletin NLK, 1: 3 – 5.

JENÍK, J. (1995): Ekosystémy. Úvod do organizace zonálních a azonálních biomů. Skriptum University Karlovy, Praha.

JENÍK, J. (1979): Ecological meaning of stability. In: Stability of spruce forest ecosystems. Symposium MAB, Brno, s. 7–15.

JENÍK, J. (1995): Ekosystémy. Úvod do organizace zonálních biomů. Skriptum University Karlovy, Praha.

JIRGLE, I. – KUČERA, J. – TICHÝ, J. – MATERNA, J. (1983): Poškození lesů na Jizerských horách imisemi. Zpr. lesn. Výzk., 28:16 - 24.

JOHNSON, D. M. – LIEBHOLD, A. M. – BJORNSTAD, O. N. – MCMANUS, M. L. (2005): Circumpolar variation in periodicity and synchrony among gypsy moth populations. Journal of Animal Ecology, 74: 882 - 892.

KADAVÝ, J., MAZAL, P., SIMON, J., 2011: Technologie zpracování lesních hospodářských plánů na základě využití počítačové analýzy obrazu.

KADAVÝ, J. – MAZAL, P. – SIMON, J. (2002): Technologie zpracování lesních hospodářských plánů na základě počítačové analýzy obrazu. Brno, LDF MZLU, 47 s.

KADAVÝ, J., MAZAL, P., KNEIFL, M. (2002): Alternativní technologie zpracování lesních hospodářských plánů - metoda tvorby LHP s důrazem na využití počítačové analýzy obrazu. In Informační systémy v zemědělství a lesnictví. Praha: HELP SERVICE-Education, s.r.o., 2002, s. 90-95. ISBN 80-238-8330-5.

KADAVÝ, J. MAZAL, P., SIMON, J. (2003): Technologie zpracování lesních hospodářských plánů na základě počítačové analýzy obrazu. LDF MZLU v Brně ve vydavatelství Lesnická práce, s.r.o. 47 stran. ISBN 80-86386-32-5.

KADAVÝ, J., MAZAL, P., SIMON, J., (2011): Technologie zpracování lesních hospodářských plánů na základě počítačové analýzy obrazu. Elektronická publikace na CD. Mendelova univerzita v Brně, 70 s. ISBN 978-80-7375-505-8.

KARJALAINEN, L. - KUULUVAINEN, T. - KORPILAHTI, E. (2002): Amount and diversity of coarse woody debris within a boreal forest landscape dominated by *Pinus sylvestris* in Vienansalo wilderness, eastern Silva-Fennica. 36: 1: 147 - 167.

- KERR, GARRY, MASON, B., BOSWELL, R., & POMMERENING, A. (2002). *Monitoring the Transformation of Even-aged Stands to Continuous Cover Management* (p. 12). Forestry Commission Information Note No. 45.
- KERR, GARRY, BOSWELL, R., & MASON, B. (2003). A sampling system to monitor the transformation from even-aged stands to continuous cover. *Forestry*, 76(4), 425–436.
- KIRBY, K. J. - REID, C. M. - THOMAS, R. C. - GOLDSMITH, F.B. (1998): Preliminary estimates of fallen dead wood and standing dead trees in managed and unmanaged forests in Britain. *Journal-of-Applied-Ecology*, 35: 1: 148 - 155.
- KISSIYAR, O. – BLAŽENEC, M. – JAKUŠ, R. – WILLEKENS, A. – JEŽÍK, M. – BALÁŽ, P. – VALCKENBORG, J. V. – CELER, S. – FLEISCHER, P. (2005): TANABBO model – a remote sensing based early warning system for forest decline and bark beetle outbreaks in Tatra Mts. – overview. (In:) GIS and databases in the forest protection in Central Europe, ed. W. Grodzki, Forest Research Institute, Warsaw, s. 15 - 34.
- KLEINE, M., 1986: Sortentafeln für Buche in Österreich. *Celtralblatt für das gesammte Forstwesen*, 103, č. 1, s. 15-36
- KLIMO, E. - PRAX, A. (1985): Soil conditions. In: Penka, M., Vyskot, M., Klimo, E., Vašíček, F. (eds), *Floodplain forest ecosystems – I. Before water management measures*. Academia, Praha, s. 61 - 78.
- KNUCHEL, H. (1950). *Planung und Kontrolle im Forstbetrieb* (1st ed., p. 346). Aarau: Sauerländer.
- KOLEKTIV (1967): *Vědecký lesnický ústav a školní lesní závod v Kostelci nad Černými lesy*. SZN Praha, 207 s.
- KONIAS, H. – MOTTL, J. (1956): Převody a přeměny porostů. In: MOTL, J. ET AL. (1956): *Zkušenosti Huga Koniase*. Praha.
- KONIAS, H. (1946): *Převody opočenských lesů*. Praha, Brázda, 46 s.
- KONIAS, H. (1950): *Lesní hospodářství. Zvyšování dřevní produkce a ozdravění lesů na Opočensku*. Praha.
- KONIAS, H. (1951): *Lesní hospodářství*. Praha.

- KONIAS, H. (1952): Zkušenosti získané při praktickém provádění obnovy lesních porostů se zřetelem jejich prostorové úpravě. *Lesnická práce*, 31: 8: 363 - 367.
- KONŠEL, J. (1931): *Stručný nástin tvorby a pěstování lesů*, Písek.
- KOREŇ, M. (2005): Vetrová kalamita 19. novembra 2004 - nové pohľady a konsekvencie. *Tatry*, XLIV (mimoriadne vydanie), s. 6 - 29.
- KORF, V. (1955): *Hospodářská úprava lesů*. Praha.
- KORF, V. (1972): *Dendrometrie*, SZN Praha, 1972, s. 371.
- KORF, V. (1955). *Metody kontrolní. Hospodářská úprava lesů* (pp. 234–261). Praha: Státní zemědělské nakladatelství.
- KORF., V., 1955: *Hospodářská úprava lesů*. SZN Praha. 363 s.
- KORF, V., HUBAČ, K., ŠMELKO, Š., WOLF, J., 1972: *Dendrometrie*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 371 s.
- KORPEL, Š. & SANIGA, M. (1993). *Výběrný hospodářský způsob* (p. 123). Praha: VŠZ, lesnická fakulta ve spolupráci s Maticí lesnickou Písek.
- KORPEL, Š. - SANIGA, M. (1993): *Výběrný hospodářský způsob*. Praha, Písek.
- KORPEL, Š. - SANIGA, M. (1994): *Príroda blízke pestovanie lesa*. Zvolen.
- KORPEL, Š. (1988): *Pralesy Slovenska*. Bratislava. Veda, 465 s.
- KORPEL, Š. (1997). *Totholz in Naturwaldern und Konsequenzen für Naturschutz und Forstwirtschaft*. *Forst-und-Holz*, 52: 21: 619 - 624.
- KORPEL, Š. et al. (1991): *Pestovanie lesa*. Bratislava.
- KORPEL, Š.: *Pralesy Slovenska*. Veda, Bratislava, 1989, 328 s.
- KORPEL, Š. (1989): *Pralesy Slovenska*. Bratislava, Veda, 328 s.
- KORSUŇ, F., 1940: *České hmotové a sortimentační tabulky*. *Lesnická práce*, 19, s. 446-455

- KORSUŇ, F., 1947: Taxační tabulky pro akát. Lesnická Práce, 26, č. 10, s. 305-322
- KORSUŇ, F., 1952: Zatímní sortimentační tabulky pro smrk, sosnu, buk a dub. Lesnická práce, 31, č. 1, s. 26-44
- KORSUŇ, F., 1956: Porostní tabulky pro dub. Práce výzkumných ústavů lesnických ČSR, č. 11, s. 249-278
- KORSUŇ, F., 1961: Tabulky kmenových profilů a sortimentační tabulky pro smrk. Práce výzkumných ústavů lesnických ČSSR, sv. 22
- KORSUŇ, F., 1963: Tabulky kmenových profilů a sortimentační tabulky pro borovici. Práce výzkumných ústavů lesnických ČSSR, sv. 27, s. 157-205
- KORSUŇ, F., 1966: Hmotové a porostní tabulky pro olši. Lesnický Časopis, 12, č. 9, s. 839-856
- KORSUŇ, F., 1967: Hmotové a porostní tabulky pro topol. Lesnický Časopis, 13, č. 11, s. 977-992
- KORSUŇ, F., 1968: Sortimentační tabulky pro borovici. (Závěrečná správa), Výzkumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen
- KORSUŇ, F., 1969: Hmotové a porostní tabulky pro habr. Lesnictví, 15, č. 3, s. 217-230
- KORSUŇ, F., 1947: Taxační tabulky pro akát. Lesnická práce, č. 10, s. 305-322.
- KORSUŇ, F., 1954: Život dubových pařezin v číslicích. Práce výzkumných ústavů lesnických ČSR, Výzkumný ústav lesního hospodárství Brno, sv. 6, s. 154-190.
- KORSUŇ, F., 1966: Hmotové a porostní tabulky pro olši. Lesnický časopis, 12, č. 9, s. 839-856.
- KORSUŇ, F., 1969: Hmotové a porostní tabulky pro habr. Lesnictví, 15, č. 3, s. 217-230.
- KOS, J. – MARŠÁKOVÁ, M. (1997): Chráněná území České republiky. Praha, AOPK ČR, 791 s.
- KOS, J. – MARŠÁKOVÁ, M.: Chráněná území České republiky. Praha, AOPK ČR 1997, 191 s.
- KÖSTLER, J. N. (1950): Waldbau. Hamburg, Berlin.
- KÖSTLER, J. N. (1956): Alllgäuer Plenterwaldtypen. Forstw. Cbl., s. 423 – 458.

- KÖSTLER, J. N. (1958): Plenterbestände im Bregenzer Wald. Centralblatt für das gesamte Forstwesen, 75: 224 – 256.
- KOŠÚT, M., 1980: Sortimentáčné tabuľky pre brezu. (Záverečná správa), VÚLH, Zvolen, 182 s.
- KRAMER, H., 1988: Waldwachstumslehre. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin. 374 s.
- KRATOCHVÍL, F. (1964): Über Betriebserfahrungen bei kahlschlagloser Waldwirtschaft. Wiissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden, 13: 5: 1489 – 1492.
- KRATOCHVÍL, J. (1970): Zhodnocení kutnohorského hospodářství na příkladech v polesí Opatovice, LZ Kácov. Diplomová práce, LF VŠZ Brno, 54 s.
- KRATOCHVÍLOVÁ, M. (2002): Převod na výběrný hospodářský způsob v podmínkách středních poloh – oblast Městských lesů Kutná hora. Diplomová práce, LF ČZU, Praha.
- KRAUS, L. (1999): Šetření objemu nezpracovaného dřeva v lesích na území ČR. In: Vrška ed. Význam a funkce odumřelého dřeva v lesních porostech. Sborník referátů NP Podyjí, Vranov nad Dyjí. 69 - 74.
- KREČMER, V. (1960): Mikroklimatický a vodní režim borových kotlíků. Práce VÚL ČSSR, 19: 7 – 208.
- KREČMER, V. (1966): Příspěvek k poznání mikroklimatu pruhové seče holé. Práce VÚL ČSSR, 33: 153 – 228.
- KRUTZSCH H. (1926): Bärenthoren 1924. Neudamm.
- KRUTZSCH, H (1938): Der „naturgemässe Wirtschaftswald“ Im Fichtengebiet des sächsischen Erzgebirges und angrenzender Landesteile. Thar. Forstl. Jahrbuch, 87: 85 – 99.
- KRUTZSCH, H. (1940): „Vorratswirtschaft“ und Verjüngung in Sachsen. Deutscher Forstwirt, 22: 681 – 683.
- KRUTZSCH, H. (1952): Waldaufbau. Berlin. Slovenský překlad: Janečko E. Vytvaranie lesa. Bratislava, 1956.

- KUDELA, M. (1946): Hmyzové kalamity v ČSR na jehličnatých dřevinách v letech 1918-1945. Sborník ČSAZ, 19: 330 - 340.
- KUDELA, M. (1980): Vliv kalamit na stav lesů v minulosti. Památky a příroda, 5: 228 - 233.
- KUULUVAINEN, T. (2000): Simulation of disturbance and successional dynamics of natural and managed boreal forest landscapes. Int. Forest Fire News, s. 22: 24.
- KURTH, H. (1994). *Forsteinrichtung. Nachhaltige Regelung des Waldes* (1st ed., p. 592). Landwirtschaftsverlag, Deutscher.
- LAASASENAHO, J., 1982: Taper curve and volume functions for pine, spruce and birch. In: Männyn kuusen ja koivun runkokäyräja tylavuusyhtälöt. Commun. Inst. For. Fenn., 108, Helsinki, 74 s.
- LEIBUNDGUT, H. (1946): Femelschlag und Plenterung. Schweizerische Zeitschrift f. Forstwesen, 97: 306 – 317.
- LEIBUNDGUT, H. (1949): Grundzüge der Schweizerischen Waldbaulehre. Forstwiss. Cbl., 68: 5: 257-291.
- LEIBUNDGUT, H. (1959): Über Zweck und Methodik der Struktur und Zuwachsanalyse von Urwäldern. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen, 3: 111–124.
- LEIBUNDGUT, H. (1959): Über Zweck und Methodik der Struktur und Zuwachsanalyse von Urwäldern. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen, 3: 111 – 124.
- LEMBCKE, G., KNAPP, E., DITTMAR, O., 1975: DDR-Kiefern-Ertragstafel 1975. Institut für Forstwissenschaften Eberswalde, Abt. Waldbau/Ertragskunde, Eberswalde, 82 s.
- LEPORSKÝ, A., 1948: Způsob přezkoušení použitelnosti všeobecných porostních výnosových tabulek pro místní poměry. Sborník lesnické fakulty VŠZ v Brně, D 33, 65 s.
- LEPORSKÝ, A., 1950: Výsledky přezkoušení použitelnosti výnosových tabulek Schwappachových pro sosnu, smrk, jedli, buk a dub pro státní lesy Čech a Moravy. Sborník výzkumných ústavů lesnických ČSR, č. 4, 189 s.
- LEPORSKÝ, A., 1961: Výsledky kontroly použitelnosti výnosových tabulek Schwappachových z roku 1896 pro výpočet zásob sosnových stejnorodých porostů slovenského Záhoří. Lesnícky časopis 7, č. 4, s. 272-281

- LESPROJEKTA-ÚHÚL, 1960: Vzrastové tabuľky. Grafikony. 2. doplnené vydanie, Lesprojekta - ústav pre hospodársku úpravu lesov, Zvolen, 25 s.
- LINDER, P. - ELFVING, B. - ZACKRISSON, O. (1997): Stand structure and successional trends in virgin boreal forest reserves in Sweden. *Forest Ecology and Management*, 98: 17 – 33.
- LINDER, P. (1998): Structural changes in two virgin boreal forest stands in central Sweden over 72 years. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 13: 451 – 461.
- LIOCOURT, F. (1898): De l'amenagement des sapinières. Besancon.
- LONG, J. N. (1996). A technique for the control of stocking in two-storied stands. *Western Journal of Applied Forestry*, 11, 59–61.
- LONG, J. N. (1998). Multiaged systems in the central and southern Rockies. *Journal of Forestry*, 96(7), 34–36.
- LONG, J. N., & DANIEL, T. W. (1990). Assessment of growing stock in uneven-aged stands. *Western Journal of Applied Forestry*, 5, 93–96.
- MACKŮ, J. – MÍCHAL, I. (1990): Minimální velikost lesních biocenter. *Lesnictví*, 36: 8: 707 – 717.
- MANG, K. (1955): Der Föhrenüberhaltbetrieb im Forstamt Lindau a. B. Diss. Univ. München.
- MACKŮ, J. – MÍCHAL, I. (1990): Minimální velikost lesních biocenter. *Lesnictví*, 36: 8: 707–717.
- MAKARIEVA A., GORŠKOV V. and BAI-LIAN Li. 2006. Conservation of water cycle via restoration of natural closed-canopy forests: implications for regional landscape planning. *Ecol.Res.*21:897-906.
- MAKARIEVA A. and GORŠKOV V. 2010. The biotic pump: condensation, atmospheric dynamics and climate. *Internat.J. Water*. 5(4): 365-385.
- MARTINKOVÁ M. ČERMÁK J. 1994. Physiological predisposition of forest woody species to an attack by phytophages and possibility of defense reactions. (in Czech). In: Proc.Nat.Conf."Bark-beetle calamity: causes, extent, defense." (25-37), Mendel Agricult. and Forestry Univ.Brno, Czech Rep., Feb.17,1994.

- MARQUIS, D. A., ERNST, R. L., & STOUT, S. L. (1992). *Prescribing silvicultural treatments in hardwoods stands of the Alleghenies (revised)*. US Forest Service General Technical Report NE-96.
- MARSCHALL, J., 1975: Hilstafeln für Forsteinrichtung. Österreichischer Agrarverlag, Wien, 199 s.
- MAYER, H. (1972): Der Urwaldrest Neuwald beim Lahnsattel. Cbl. ges. Forstw., 72: 3: 147–190.
- MAYER, H. (1976): Gebirgswaldbau-Schutzwaldpflege. Stuttgart, 436 s.
- MAYER, H. (1972): Der Urwaldrest Neuwald beim Lahnsattel. Cbl. ges. Forstw., 3: 147 – 190.
- MAYER, H. (1976): Gebirgswaldbau-Schutzwaldpflege. Stuttgart, 1976, 436 s.
- MAYER, H. (1977, 1992): Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. (1. Aufl.), Stuttgart, New York, (4. Aufl.), Stuttgart, Jena, New York.
- MAYER, H. (1981): Globalstrahlung im ostbayerischen Bergmischwald. Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. B, s. 283 – 92.
- MAYER, H. (1992): Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. Stuttgart.
- MAYER, H. (1909): Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage. Berlin.
- MECKO, J., PETRÁŠ, R., NOCIAR, V., 1994: Sortimentáčné tabuľky pre smrekovec, hrab a brezu. Bratislava, Veda, 76 s.
- METELKA, B., 1949: Druhová tabuľky pro smrk, sosnu, dub a buk. Technické ústředí čsl. státních lesů, Brandýs n. L.
- MITSCHERLICH, G., 1939a: Sortenertragstafeln für Kiefer, Buche und Eiche. Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft, 10, s. 484 – 568
- MITSCHERLICH, G., 1939b: Sortenertragstafeln für Fichte. Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft, 10, s. 569 – 583
- MEYER, H. A. (1934). *Die rechnerischen Grundlagen der Kontrollmethoden. Genauigkeit der stehenden Vorrats- und Zuwachskontrolle* (1st ed., p. 122). Beihefte der Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen.

- MEYER, H. A. (1943). Management without rotation. *Journal of Forestry*, 41, 126–132.
- MEYER, H. A. (1952). Structure, growth, and drain in balanced, uneven-aged forests. *Journal of Forestry*, 52, 85–92.
- MEZERA, A. (1963): Podrovní hospodářství jako soustava hospodaření ve vysokokmenných lesích. *Lesn. časopis*, 4/5: 279 – 298.
- MÍCHAL, I. – PETŘÍČEK, V. et al. (1999): Péče o chráněná území. II. Lesní společenstva. Praha.
- MÍCHAL, I. (1999): Ponechávání odumřelého dřeva z hlediska péče o biologickou rozmanitost, In: Význam a funkce odumřelého dřeva v lesních porostech, Vranov nad Dyjí, s. 9 – 17.
- MÍCHAL, I. (1999): Principy hospodaření v biocenter SES na lesní půdě. In: Přírodě blízké hospodaření v lesích chráněných krajinných oblastí, P. Moucha Ed., Průhonice, SCHKO ČR, s. 47 – 53.
- MÍCHAL, I. et al. (1992): Obnova ekologické stability lesů. Praha.
- MIKESKA, M. et al. (2000): Oblastní plán rozvoje lesů pro přírodní lesní oblast 22 – Krkonoše na období 2000-2019. ÚHÚL, pobočka Hradec Králové.
- MIKYŠKA, R. et al. (1968): Geobotanická mapa ČSSR. Vegetace ČSSR. ser. A, 2, Academia, Praha, 204 s.
- MILNIK, X. et al. (1998): In Verantwortung für den Wald. Die Geschichte der Forstwirtschaft in der Sowjetischen Besatzungszone und der DDR. Potsdam.
- MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČR (1990): Oborová norma 48 0002 Pěstování lesů – Názvy a definice. Praha.
- MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČR (1993): Ministerská konference o ochraně lesů v Evropě (1993). Praha.
- MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČR (1994): Základní principy státní lesnické politiky. Praha, 41 s.
- MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČR (1994, 1995): Lesnický naučný slovník I., II. Praha.

- MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČR (1996): Vyhláška č. 78/1996 o stanovení pásem ohrožení lesů pod vlivem imisí. Praha.
- MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČR (1999): Trvale udržitelný rozvoj a konference o ochraně lesů. Praha, Lesnická práce.
- MINX A. - HANIŠ J. (1988): Studie obnovy lesních porostů v pásmu ohrožení imisemi B v oblasti Orlických hor. Ms. [Studie, depon. in: ÚHÚL, pobočka Hradec Králové]. 128 s.
- MINX, T. (2006): Modelování struktury a vývoje lesních porostů pomocí růstového simulátoru SIBYLA. In: Zvýšení podílu přírodě blízké porostní složky lesů se zvláštním statutem ochrany. Sborník referátů. Brno 6.12.2006, Vacek, S. ed., Brno, Praha, MZLU a ČZU, s. 7 – 10.
- MLINŠEK, D. (1993): Der PRO-SILVA-Kongress in Besncon 1993. Dauerwald, 9: 18 – 23.
- MÖLLER, A. (1920): Keiferndauerwaldwirtschaft. Untersuchungen aus dem Forst des Kammerherren von Kalitsch in Bärenthoren. Zeitschrift f. Forst – u. Jagdwesen, 52: 4 – 41.
- MÖLLER, A. (1921): Dauerwaldwirtschaft. Berlin.
- MÖLLER, A. (1922): Der Dauerwaldgedanke. Sein Sinn und seine Bedeutung. Berlin.
- MOTTL, J. ET AL. (1956): Zkušenosti Huga Koniase. Praha.
- MOUCHA, P. (1999): Zásady začleňování lesů v chráněných krajinných oblastech do zón odstupňované ochrany přírody a krajiny a principy hospodaření v nich. In: Přírodě blízké hospodaření v lesích chráněných krajinných oblastí. Průhonice, Ed. P. Moucha, SCHKO ČR, 1999, s. 41 - 45.
- MOUCHA, P. (1999): Zásady začleňování lesů v chráněných krajinných oblastech do zón odstupňované ochrany přírody a krajiny a principy hospodaření v nich. In: Přírodě blízké hospodaření v lesích chráněných krajinných oblastí. Průhonice 30. 3. 1999, Ed. P. Moucha, SCHKO ČR, ČLS, s. 41–45.
- MOŠKALEV, A. G., 1982: Taksacija tovarnoj struktury drevostojev. Lesnaja promyšlennost', Moskva, 157 s.

MOUNTFORD, E. P. (2002): Fallen dead wood levels in the near-natural beech forest at La Tillaie reserve, Fontainebleau, France. *Forestry: Research note*, 75: 2: 203 - 208.

MRÁČEK, Z. (1989): Pěstování buku. SZN, Praha, 224 s.

MRKVA R. (1995): Monitorování početního stavu zvěře pomocí kontrolních a srovnávacích ploch sledujících okus. - In: Škody zvěří a jejich řešení, MZLU, Brno, s. 49 - 55.

MYCZKOWSKI, S. 1975. Rezerваты природы. Kraków Państwowe Wydawnictwo Naukowe. wyd.1., 29 s.

NADEZHDINA N., ČERMÁK J., NADEZHDIN V. 1998. Heat field deformation method for sap flow measurements. Proc. 4th. International Workshop on Measuring Sap Flow in Intact Plants. Židlochovice, Czech Republic, Oct.3-5, 1998. 72-92 pp. IUFRO Publ. house of Mendel Univ.Brno.

NADEZHDINA N., ČERMÁK J., GAŠPÁREK J., NADEZHDIN V., PRAX A. 2006. Vertical and horizontal water redistribution inside Norway spruce (*Picea abies*) roots in the Moravian upland. *Tree Physiology* 26: 1277-1288.

NADEZHDINA N., ČERMÁK J., MEIRESONE L., CEULEMANS R. 2007. Transpiration of Scots pine in Flanders growing on soil with irregular substratum. *Forest Ecology and Management*, 243:1-9.

NADEZHDINA N., ČERMÁK J., NADEZHDIN V., GAŠPÁREK J. 2008. Responses of sap flow in roots and tree stems. In: Neruda J. (ed.): Determination of damage to soil and root system of forest trees by the operation of logging machines. Mendel Univ.of Agr. and Forestry Publ. House, Brno 2008, 106-116pp.

NADEZHDINA N., STEPPE K., DE PAUW D.J.W., BEQUET R., ČERMÁK J., CEULEMANS R. 2009. Stem-mediated hydraulic redistribution in large roots on opposing sides of a Douglas-fir tree following localised irrigation. *New Phytologist* 184: 932-943.

NADEZHDINA N., DAVID T.S., DAVID J.S., FERREIRA M.I., DOHNAL M., TESAR M., GARTNER K., LEITGEB E., NADEZHDIN V., ČERMÁK J., JIMENEZ M.S. and MORALES M. 2010. Trees never rest: the multiple faces of hydraulic redistribution. *Ecohydrology* 3: 431-444.

NETHERER,S. – PENNERSTORFER, J. – BAIER, P. – SCHOPF, A. – FÜHRER, E. (2004): Modellierung der Entwicklung des Fichtenborkenkäfers, *Ips typographus* L., als Grundlage einer umfassenden Risikoanalyse. *Mitt. Deut. Gesell. Allg. Ang. Ent.*, 14: 277 – 282.

- NIEMANN, E. (1968): Gedanken zur Problematik von Totalreservaten in Wäldern, Archiv f. Natursch. u. Landschaftsforsch., 4: 213 – 224.
- NIEMANN, E. (1968): Gedanken zur Problematik von Totalreservaten in Wäldern, Archiv f. Natursch. u. Landschaftsforsch., 4: 213–224.
- NIXON, C. J., & WORRELL, R. (1999). *The potential for the natural regeneration of conifers in Britain*. Edinburgh: Forestry Commission Bulletin 120.
- NORSTEDT, G. - BADER, P. - ERICSON, L. (2001): Polypores as indicators of conservation value in Corsican pine forests. - *Biological Conservation*, 99: 347 - 354.
- NOVOTNÝ, J. – TURČÁNI, M. (1997): Obranné opatrenia na kalamitných plochách Horehronia. *Les*, 2: 17 - 19.
- NOVOTNÝ, P. (1994): Koncepcie zachování a reprodukce genových zdrojů lesních dřevin u Lesů české republiky. Informační materiál. Hradec Králové, LČR, 35 s.
- NYMBURSKÝ, B., POLÁK, J., 1967: Hodnotové tabulky v relacích realizačných cen. ÚHÚL, Zvolen, 24 s.
- NYMBURSKÝ, B., POLÁK, J., 1968: Hodnotové tabulky v relacích cen dřeva na pni. ÚHÚL, Zvolen, 35 s.
- NYMBURSKÝ, B., POLÁK, J., 1972: Hodnotové tabulky. Informace ÚHÚL, Brandýs n. L., 15, č. 1-2, s. 7-24
- ODEHNALOVÁ, P. (2001): Dynamika lesních společenstev v přírodní rezervaci V Klučí. Ms. Depon. In: Library of Mendel's Agricultural and Forestry University Brno: 90 s.
- ÓDOR, P. - STANDOVÁR, T. (2003): Changes of Physical and Chemical Properties of Dead Wood during Decay. Deliverable 9 & 15 of the Nat-Man Project.
- ÓDOR, P. - STANDOVÁR, T. (2001): Richness of bryophyte vegetation in a near-natural and managed beech stands: The effects of management-induced differences in dead wood. *Ecol. Bull.*, 49: 219 - 229.
- ÓDOR, P. et al. (2004): Ecological Succession of Bryophytes, Vascular Plants and Fungi on Beech Coarse Woody Debris in Europe. Deliverable 16 of the Nat-Man Project.

- O'HARA, K. L. (1988). Stand structure and growing space efficiency following thinning in an even-aged Douglas-fir stand. *Canadian Journal of Forest Research*, 18, 859–866.
- O'HARA, K. L., & GERSONDE, R. F. (2004). Stocking control concepts in uneven-aged silviculture. *Forestry*, 77(2), 131–143. doi:10.1093/forestry/77.2.131
- O'HARA, KEVIN L. (1996). Dynamics and Stocking-Level Relationships of Multi-Aged Ponderosa Pine Stands. *Forest Science*, 42(4), 1–34.
- O'HARA, KEVIN L., & VALAPPIL, N. I. (1999). Masam – a flexible stand density management model for meeting diverse structural objectives in multiaged stands. *Forest Ecology and Management*, 118(1-3), 57–71. doi:10.1016/S0378-1127(98)00486-1
- OKLAND, B. – LIEBHOLD, A. M. – BJORNSTAD, O. N. – ERBILGIN, N. – KROKENE, P. (2005): Are bark beetle outbreaks less synchronous than forest Lepidoptera outbreaks? *Oecologia*, 146: 365 - 372.
- OTTO, H. J. (1994): *Waldökologie*. Stuttgart.
- OTTO, H. J. (1995): Zielorientierter Waldbau und Schutz sukzessionaler Prozesse. *Forst u. Holz*, 50: 203 - 209.
- PAŘEZ, J., 1973: Porostní sortimentační tabulky pro smrk, borovici, buk a dub. *Lesnictví*, 19, č. 10, s. 895-922
- PAŘEZ, J., 1985: Procentické sortimentační tabulky pro smrkové, borové, bukové a dubové kmeny různé jakosti. (Expertizní zpráva). VÚLHM, Jíloviště – Strnady, 64 s.
- PELC, F. et al. (1994): Návrh Národní přírodní rezervace Jizerskohorské bučiny. Liberec, ČÚOP - CHKO JH, 70 s.
- PEŘINA, V. – KADLUS, Z. – JIRKOVSKÝ, V. (1964): *Přirozená obnova lesních porostů*. Praha.
- PETTERSON, H., 1955: Barrskogens volynproduktion. Die Massenproduktion des Nadelwaldes. Meddelanden fran Stateus Skogsforskningsinstitut, Stockholm, 45 s.
- PETRÁŠ, R., MECKO, J., 2005: *Rastové tabulky topolových klonov*. Slovak Academic Press, Bratislava, 2005, 135 s.

PETRÁŠ, R., MECKO, J., HALAJ, J., NOCIAR, V., PETRÁŠOVÁ, V., 1992: Sortimentáčné a hodnotové rastové tabuľky pre smrekovec, hrab a brezu. (Záverečná správa). Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen, 156 s.

PETRÁŠ, R., MECKO, J., NOCIAR, V., 2007: Modely kvality surového dreva stromov topoľových klonov. Lesnícky časopis - Forestry Journal, 53, č. 2, s. 83-97

PETRÁŠ, R., MECKO, J., NOCIAR, V., 2008a: Quality of wood in the stands of poplar clones. Journal of Forest Science, 54, č. 1, s. 9–16

PETRÁŠ, R., MECKO, J., NOCIAR, V., 2008b: Models of assortment yield tables for poplar clones. Journal of Forest Science, 54, č. 5, s. 227–233

PETRÁŠ, R., MECKO, J., NOCIAR, V., 2008c: Value production of poplar clones. Journal of Forest Science, 54, č. 6, s. 237–244

PETRÁŠ, R., 1993: Kvalitová a hodnotová produkcia drevín na podklade domácich sortimentačných a hodnotových rastových tabuliek. (Habilitačná práca). Zvolen, Lesnícky výskumný ústav, 105 s.

PETRÁŠ, R. - HALAJ, J. - MECKO, J.: Sortimentáčné rastové tabuľky drevín. Bratislava, Slovak Academic Press, 1996, 252 s.

PETRÁŠ, R., NOCIAR, V., 1991: Sortimentáčné tabuľky hlavných drevín. Veda, Bratislava, 304 s.

PETRÁŠ, R., HALAJ, J., 1990: Teoretické základy zdokonalenia rastových tabuliek hlavných drevín. (Záverečná správa). Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen, 152 s.

PETRÁŠ, R., HALAJ, J., 1993: Úprava rastových tabuliek smrekovca. Lesnictví, 39, č. 10, s. 408–414

PETRÁŠ, R., HALAJ, J., MECKO, J., 1996: Sortimentáčné rastové tabuľky drevín. SAP – Slovak Academic Press, Bratislava, 252 s.

PIETSCH S. HASENAUER H. KUČERA J. and ČERMÁK J. 2003: Modelling the effects of hydrological changes on the carbon and nitrogen balance of oak in floodplains. Tree Physiology 23: 735-746.

PLÍVA, K. (2000): Trvale udržitelné obhospodařování lesů podle souborů lesních typů. Brandýs n. L. ÚHÚL, Účelová neprodejná publikace, 200 s.

- PODRÁZSKÝ V. - VACEK S. (1996a): Dynamika poškození smrkových a bukových porostů v CHKO Orlické hory. IV. Stav půd v přírodních rezervacích. - Příroda, Praha, 5:125 - 138.
- PODRÁZSKÝ V. - VACEK S. (1996b): Dynamika poškození smrkových a bukových porostů v CHKO Orlické hory. V. Stav výživy lesních dřevin v přírodních rezervacích makroelementy. - Příroda, Praha, 5: 139-146.
- POKORNÝ J., BROM J., ČERMÁK J., HESSLEROVÁ P., HURYNA H., NADĚŽDINA N., REJŠKOVÁ A. 2010. Solar energy dissipation and temperature control by water and plants. *Internat.J. on Water*, Vol.2: 311-336.
- POLÁK, L. (1991). Kontrolní metody. *Hospodárska úprava lesov* (pp. 319–326). Bratislava: Příroda.
- POLANSKÝ, B. (1960): Náměty na zpřesnění pojmu výběrného hospodářství a jeho principů. *Lesnictví*, 6: 225 – 258.
- POLANSKÝ, B. et al. (1956): Pěstění lesů III. Praha.
- POLENO, Z. (1998): Die Kiefer als Mischbaumart in Fichtenbeständen. In: Die Baumart Kiefer im ökologischen Waldbau, XIII. Waldbau – Kolloquium, s. 53 – 67, Niedersprey.
- POLENO, Z. (1967): Podrobní hospodářství jako jedna z cest ke zvyšování produkce lesa. Kandidátská disertační práce. VŠZ Praha.
- POLENO, Z. (1994, 1995, eds.): *Lesnický naučný slovník*. 1. díl A.- O, 2. díl P – Ž, Praha, Ministerstvo zemědělství, Agrospoj 1994, 743 s., 1995, 683 s.
- POLENO, Z. (1995): Přírodě blízké hospodaření v lesích a jeho hodnocení z hlediska hospodářsko-úpravnického a ekonomického. *Bulletin NLK*, 4/5: 2 – 5.
- POLENO, Z. (1996): Princip trvalosti v lesním hospodářství a jeho vývoj. *Lesnictví - Forestry*, 42: 136 - 142.
- POLENO, Z. (1996a): Sustainable management of forests in the Czech Republic. Prague, 61 s.
- POLENO, Z. (1997): Trvale udržitelné obhospodařování lesů. Praha.

- POLENO, Z. (1999a): Výběr jednotlivých stromů k obnovní těžbě v pasečném lese. Kostelec n. Č. 1.
- POLENO, Z. (1999b): Postup obnovní těžby výběrem jednotlivých stromů. Les. práce, 78, 4: 150 – 153.
- POLENO, Z. (2000): Criteria of felling maturity of individual trees in forest managed under systems involving coupes. Journal of forest science, 46, 2: 53 – 60.
- POLENO, Z. (2001): Obhospodařování porostní zásoby či péče o porostní zásobu. In: Odkaz opočenského lesního hospodářství Huga Koniase, Sborník referátů z celostátního semináře, Opočno, s. 53 – 62.
- POLENO, Z. (1999). *Výběr jednotlivých stromů k obnovní těžbě v pasečném lese* (p. 120). Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce.
- POLENO, Z., 1968: Dynamika cen surového dřeva. Lesnická práce. 47, č. 6, s. 271-276.
- PELC, F. (1993): Ekologické aspekty lesního hospodářství v CHKO Jizerské hory. Planeta, 5:30 - 31.
- POZNAŃSKI, R. – JAWORSKI, A. (2002): Nowoczesne metody gospodarowania w lasach gorskich. Warszawa, Centrum informacyjne Lasow panstwowych, 228 s.
- PRETZSCH, H., 2009: Forest Dynamics, Growth ana Yield. Springer – Verlag Berlin Heidelberg. 664 s.
- PRETZSCH, H. (2002): Grundlagen der Waldwachstums – Forschung. Hamburg, Berlin, Paul Parey.
- PRETZSCH, H. (1995): Zum Einfluss des Baumverteilungsmusters auf den Bestandeszuwachs. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 166: 9/10: 190 – 201.
- PRETZSCH, H. (2002a): Modellierung des waldwachstums. Hamburg, Berlin, Paul Parey.
- PRIESOL, A. (1960). Akostné triedy ako meradlo kvality v hospodárskej úprave lesov. *Lesnícky časopis*, 8–23.
- PRODAN, M. (1965). *Holzmesselehre* (2nd ed., p. 644). Frankfurt am Main: Sauerländer.

PRODAN, X. (1949): Normalisierung des Pleterwaldes? Schriftenreihe d. Bad. Forstl. Versuchsanstalt. H. 7.

PRO SILVA (1996): Grundsatzpapier. Policy statement. Position texte. Barr, 36 s.

PRUDIČ, Z. (1997): Greenpeace a střeoevropské lesnictví. Lesnická práce, 76: 7: 242.

PRŮŠA, E. (1977): Zpráva o stavu rezervace Polom, MS. In: archiv KSSPPOP, Pardubice.

PRŮŠA, E. (1985): Die böhmischen und mährischen Urwälder. Vegetace ČSSR, A15, Academia, Praha, 577 s.

PRŮŠA, E.: Návod pro plánování obnovy lesa v chráněných územích. Praha, SÚPPDP 1986, 88 s.

PRŮŠA, E. (1985): Die böhmischen und mährischen Urwälder. Vegetace ČSSR, A15, Praha, Academia, 577 s.

PRŮŠA, E. (1986): Návod pro plánování obnovy lesa v chráněných územích. Praha, SÚPPDP, 88 s.

PUKKALA, T., LAHDE, E., & LAIHO, O. (2010). Optimizing the structure and management of uneven-sized stands of Finland. *Forestry*, 83(2), 129–142. doi:10.1093/forestry/cpp037

RAKUŠAN, C. (1998): Odumřelé stromy a jejich význam. *Silva Bohemica*, 8: 8: 12.

RAUH, J. - SCHMITT, M. (1991): Methodik und Ergebnisse der Totholzforchung in Naturwaldreservaten. *Fortwissenschaftliches Centralblatt*, 110, 114 – 127.

Reineke, L. H. (1933). Perfecting a stand-density index for even-aged forests. *Journal of Agricultural Research*, 46, 627–638.

REININGER, H. (1987): Zielstärkennutzung oder die Plenterung des Altersklassenwaldes. Wien. (1. Aufl.), Český překlad: Těžba cílových tloušťek aneb výběr v lese věkových tříd. Praha, 1997.

REININGER, H. (2000): Das Plenterprinzip – Die Überführung des Alters – klassenwaldes. Graz, Stuttgart.

- REJMÁNEK, M.: Stability and complexity in biotic communities: theoretical and ampirical approach. In. Fifth Intern. Symp. Probl. Ecol. Land. Res. Bratislava 1979, s. 65 – 72.
- REMEŠ, J. (2006): Transformation of even-aged spruce stands at the School Forest Enterprise Kostelec nad Černými lesy: Structure and final cutting of mature stand. *Journal of Forest Science*, 52: 4: 158-171.
- RITTERSHOFER, F. (1994): *Waldflege und Waldbau*. Freising.
- RÖHRIG, E. – BARTSCH, N. (1992): *Waldbbau*. 1. Band: Wald als Vegetationsform und seine Bedeutung für den Menschen. (6. Aufl.), Hamburg, Berlin.
- RÖHRIG, E. – GUSSONE, H. A. (1990): *Waldbau auf ökologischer Grundlage* (2. Band.), Baumartenwahl, Bestandesbergründung und Bestandespflege. Hamburg, Berlin.
- RÖHRIG, E. (1975): Die Förderung der Buchen – Naturverjüngung durch Bodenbearbeitung. *Aus dem Walde*, Hannover, 34: 77 – 110.
- ROIKO-JOKELA, P., 1976: Die Schaftform-funktion der Fichte und die Bestimmung der Sortimntsanteile am stehenden Baum. *Mitteilungen eidgenosische Anstalt forstliche Versuchswessen*, 52, č. 1, s. 1-84
- ROUVINEN, S. - KOUKI, J. (2002): Spatio-temporal availability of dead wood in protected old-growth forests: a case study from boreal forests in Eastern Finland. *Scandinavian-Journal-of-Forest-Research*, 17: 4: 317 - 329.
- ROUVINEN, S. - KOUKI, J. (2002): Spatio-temporal availability of dead wood in protected old-growth forests: a case study from boreal forests in Eastern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 17: 4: 317 - 329.
- ROYAMA, T. (1992): *Analytical Population Dynamics*. Chapman & Hall, London, 371 s.
- ROZENBERGAR, D. - MARINŠEK, A. - DIACI, J. (2002): Influence of Large Natural Disturbance on Stand Development in Virgin Forest Remnant Ravna Gora – Slovenia. Deliverable 20 of the Nat-Man Project.
- RUBNER, K. (1936): *Die Waldbautechnik der grössten Wertleistung*. Neudamm, Berlin.

RUSS, R. (2001): Technologie Field-Map pro inventarizace lesních porostů ve vybraných zvláště chráněných územích včetně zachycení jejich dvou a trojrozměrné struktury. In Jankovský, L., Čermák, P. (2001). Tlející dřevo 2001. Sborník referátů MZLU Brno. s 71 – 78.

ŘEHÁK, J., PÁV, B., 1959: Metodika konstrukce výnosových tabulek pro smrtek. (Závěrečná správa), Zbraslav n. V., VÚLHM 1959. 72 s.

ŘEHÁK, J., 1962: Studium růstových procesů. (Závěrečná správa), Zbraslav-Strnady, VÚLHM 1962. 62 s.

ŘEHÁK, J., 1981: Úprava růstových tabulek pro výmladkový dub, olši a habr. (Závěrečná zpráva) Vědecký lesnický ústav, Kostelec n. Černými lesy, 44 s.

SANIGA, M. - SCHÜTZ, J. (2001a): Dynamik des Totholzes in zwei gemischten Urwaldern der Westkarpaten im pflanzengeographischen Bereich der Tannen-Buchen- und der Buchenwalder in verschiedenen Entwicklungsstadien.. Schweizerische-Zeitschrift-fur-Forstwesen, 152: 10: 407 - 416.

SANIGA, M. - SCHÜTZ, J. (2001b): Dynamics of changes in dead wood share in selected beech virgin forests in Slovakia within their development cycle. J. For. Sci., 47: 12: 557 - 565.

SANIGA, M. - SCHÜTZ, J. P. (2002): Relation of dead wood course within the development cycle of selected virgin forests in Slovakia. J. For. Sci., 48: 12: 513 – 528.

SANIGA, M. – SZANYI, O. (1998): Modely výberkových lesov vo vybraných lesných typoch a geografických celkoch Slovenska. Vedecké štúdie TU vo Zvolene, 4:1998A: 48 s.

SANIGA, M. – SZANYI, O. (2000): Vplyv výberkového rubu na štrukturu a regeneračné procesy smrekového výberkového lesa. Acta facultatis forestalis, 42: 135 - 147.

SANIGA, M. (1997): Model výberkových lesov v oblasti Oravských Beskýd, TU vo Zvolene, s. 165-172.

SANIGA, M. (2001): Zmena podielu mrtveho dreva v Badínskome pralese v rámci jeho vývojového cyklu. In: Janovský, Čermák (eds.) Tlející dřevo 2001. Sborník referátů. MZLU Brno, s. 111-120.

SCAMONI, A. (1953): Naturwaldzellen. Natur und Heimat, 6: 176.

SCAMONI, A. (1953): Naturwaldzellen. Natur und Heimat, 6: 1–176.

SCHOBER, R., 1987: Ertragstabeln wichtiger Baumarten bei verschiedener Durchforstung. J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main, 166 s.

SCHWAPPACH, A., 1889: Wachstum und Ertrag normaler Kiefernbestände in der norddeutschen Tiefebene. Verlag Julius Springer, Berlin, 72 s.

SCHWAPPACH, A., 1896: Neuere Untersuchungen über Wachstum und Ertrag normaler Kiefernbestände in der norddeutschen Tiefebene. Berlin.

SCHWAPPACH, A., 1890: Wachstum und Ertrag normaler Fichtenbestände. Verlag von Julius Springer, Berlin, 104 s.

SCHWAPPACH, A., 1893: Wachstum und Ertrag normaler Rotbuchenbestände. Verlag Julius Springer, Berlin, 104 s.

SCHWAPPACH, A., 1896: Neuere Untersuchungen über Wachstum und Ertrag normaler Kiefernbestände in der norddeutschen Tiefebene. Berlin.

SCHWAPPACH, A., 1902: Untersuchungen über Wachstum und Ertrag normaler Fichtenbestände in Preussen. Verlag J. Neumann, Neudamm, 80 s.

SCHWAPPACH, A., 1908: Die Kiefer. Wirtschaftliche und statische Untersuchungen der forstlichen Abteilung der Hauptstation des forstlichen Versuchswesens in Eberswalde. Verlag J. Neumann, Neudamm, 180 s.

SCHWAPPACH, A., 1911: Die Rotbuche. Wirtschaftliche und statische Untersuchungen der forstlichen Abteilung der Hauptstation des forstlichen Versuchswesens in Eberswalde. Verlag J. Neumann, Neudamm.

SCHWAPPACH, A., 1929: Ertragstabeln der wichtigsten Holzarten in tabellarischer und grafischer Form. Dritte Auflage, Verlag J. Neumann, Neudamm.

SCHÄDELIN, W. (1942): Die Auslesedurchforstung als Erziehungsbetrieb höchster Wertleistung 3. Aufl. Bern, Leipzig. Český překlad: Probírka jakostní jako pěstební výkon vrcholné tvorby hodnot. Časové spisy lesnické sv. 37, Písek 1947.

SCHWARZ, O. (1997): Rekonstrukce lesních ekosystémů Krkonoš. Vrchlabí, Správa KRNAP, 174 s.

SCHWARZ, O. (2003): Speciální management lesních ekosystémů Krkonoš. Disertační práce. FLD MZLU, Brno, 233 s.

- SCHEEDER, T. (1994): Inventur und Planung in naturgemäßen Wirtschaftswäldern. Allg. Fortzeitschr., 49: 87 – 90.
- SCHIELER, K. - SCHADAUER K. (1993). Zuwachs und Nutzung nach der Österreichischen Forstinventur 1986/90. Osterr. Forstzeitung 104: 4: 22 - 23.
- SCHIELER, K. (1997): Methode der Zuwachsberechnung der Österreichischen Waldinventur. Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien, 92 s.
- SCHMIDT-VOGT, H. (1985): Struktur und Dynamik natürlicher Fichtenwälder in der borealen Nadelwaldzone. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 136, 12: 977 – 994.
- SCHMID-HAAS, P., BAUMANN, E., & WERNER, J. (1993). *Kontrollstichproben: Aufnahmeinstruktion* (3rd ed., p. 144). Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt für Schnee und Landschaft.
- SCHÜTZ, J.-P. (1975). Dynamique et conditions d'équilibre de peuplements jardinés sur les stations de la hêtraie à sapin. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen Journal forestier suisse*, 126, 637–670.
- SCHÜTZ, J.-P. (1997). Conditions of equilibrium in fully irregular, uneven-aged forests: the state-of-the-art in European plenter forests. In W. H. E. (compiler) (Ed.), *Proceedings of the IUFRO Interdisciplinary Uneven-aged Management Symposium* (pp. 455–467). Oregon State University, Corvallis.
- SCHÜTZ, J.-P. (2001). *Der Plenterwald und weitere Formen strukturierter und gemischter Wälder* (p. 207). Berlin: Parey Buchverlag.
- SCHÜTZ, J.-P. (2011). *Výběrné hospodářství a jeho různé formy* (p. 150). Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce.
- SCHÜTZ, J. P. (1981): Que peut apporter le jardinage à notre sylviculture? Schweiz. Zeitschrift f. Forstwesen, 132: 219 - 242.
- SCHÜTZ, J. P. (1992): Die waldbaulichen Formen und die Grenzen der Plenterung mit Laubbaumarten. Schweiz. Z. Forstwes., 143: 6: 442 - 460.
- SCHÜTZ, J., P., 1999: Die Plenterung und ihre unterschiedlichen Formen. Script zu Vorlesung Waldbau II und Waldbau IV. (Deutsche Übersetzung von Th. Fillbrandt). Zürich, ETH-Zentrum, 126 s.

- SCHÜTZ, J., P., 1989: Der Plenterbetrieb. ETH Zürich, 54 s.
- SEIBERT, P. – HAGEN, J. (1974): Zur Auswahl von Waldreservaten in Bayern. Forstwiss. Centralblatt, 5: 274–284.
- SEIBERT, P. – HAGEN, J. (1974): Zur Auswahl von Waldreservaten in Bayern. Forstwiss. Centralblatt, 5: 274 – 284.
- SIEGMUND, E. (1973): Aufwand und Ertrag bei Waldbaulichen Betriebsformen. Untersucht an Modellen von Tannen-Fichten-Buchen-Mischbeständen. Dissert., Freiburg.
- SIITONEN, J. (2001): Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. Ecol. Bull., 49: 11 - 42.
- SIMANOV, V. (1999): Technologie těžby a přibližování dřeva jako nástroj managementu lesních porostů. In: Míchal, I., Petříček, V. : Péče o chráněná území. Praha, AOPAK, s. 208 – 228.
- SIMON, J. – KADAVÝ, J. – MAZAL, P. – GABZDYL, M. – KNEIFL, M. (2000): Rozvoj aplikací počítačové analýzy obrazu pro hodnocení stavu lesa – Mrklínek II., ÚHÚL LDF MZLU Brno.
- SIMON, J. – KADAVÝ, J. – MAZAL, P. – KNEIFL, M. – DRÁPELA, K. (1999): Rozvoj aplikací počítačové analýzy obrazu pro hodnocení stavu lesa – Mrklínek I. ÚHÚL LDF MZLU Brno.
- SIMON, J. – KADAVÝ, J. – MAZAL, P. (2001): Nová strategie zpracování lesních hospodářských plánů. In: Nová strategie zpracování lesních hospodářských plánů. LDF MZLU Brno, s. 19 – 31.
- SIMON, J. – VACEK, S. – BUČEK, A. (2004): Hodnocení rizika uplatňování produkční funkce lesa ve zvláště chráněných územích (metodika). Sborník prací institucionálního výzkumu. Brno, Lesnická a dřevařská fakulta MZLU Brno. 33 s.
- SIMON, J. (ed.), (2003): Monitorovací plochy soustavy NATURA 2000 v České republice (1. část). Sborník prací institucionálního výzkumu. Brno. FLD MZLU v Brně, 141 s.
- SIMON, J. a kol., 2010: Strategie managementu lesních území se zvláštním statutem ochrany. Obecná část I. Lesnická práce s.r.o. 567 s.

SIMON J., ČERMÁK J., BUČEK A., DRÁPELA K., REJŠEK K., TICHÁ S., BAGAR R. 2011. Zhodnocení stavu a perspektiva vývoje porostů dubu na EVL Hlubocké hráze (lokalita Ohrada). Mendelova univerzita Brno.

SIMON J. a kol. 2010: Strategie managementu lesních území se zvláštním statusem ochrany. Obecná část I. Lesnická práce, s.r.o. 567 s.

SIMON J., KADAVÝ J., MACKŮ J. 1998: Hospodářská úprava lesů. MZLU v Brně, 234s

SIMON, J. – VACEK, S. (2000): Strategie obnovy nepůvodních porostů smrkového lesního stupně. In: Obnova lesa ve smrkovém stupni Hrubého Jeseníku. Bělá p. Pradědem – Filipovice, 8. – 9. září 2000. B.m., Česká lesnická společnost, s. 46 – 51.

SIPPOLA, A. L. - SIMILA, M. - MONKKONEN, M. - JOKIMAKI, J. (2004): Diversity of polyporous fungi (*Polyporaceae*) in northern boreal forests: Effects of forest site type and logging intensity. - *Scandinavian Journal of Forest Research*, 19: 152 - 163.

SKUHRAVÝ, V. (2002): Lýkožrout smrkový a jeho kalamity. Agrospoj, Praha, 196 s.

SLAVÍK, B. – SLAVÍKOVÁ, J. – JENÍK, J. (1957): Ekologie kotlíkové obnovy smíšeného lesa. *Rozpravy ČSAV*, 67: 2: 1 - 155.

SLOBODA, B., 1984: Bestandesindividuelles biometrisches Schaftformmodell zur Darstellung und zum Vergleich von Formigkeit und Sortimentenausbeute sowie Inventur. In: Deutscher Verband forstliche Forschungsanstalt. Sektion Ertragskunde. Neustadt an der Weinstrasse, s. 4/1-4/36

SMEJKAL, J. et al. (2001): Etapa 2: Prověření 4. lesního vegetačního stupně v NPR Jizerskohorské bučiny. Závěrečná zpráva, dep. In: Správa CHKO Jizerské hory, Liberec, 43 s.

SMITH, D. M., LARSON, B. C., KELTHY, M. J., & ASHTON, P. M. S. (1997). *The Practice of Silviculture: Applied Forest Ecology* (9th edn.). New York: John Wiley & Sons.

SOMMER, H. G. (1963). Lokaltarif für einen Plenterbetrieb im Bayerischen Wald. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 82(7-8), 220–233.

SPIECKER, H. (1986). Das Wachstum der Tannen und Fichten auf Plenterwaldversuchsflächen Schwarzwaldes in der Zeit von 1950 bis 1984. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, 157, 152–164.

SOUČEK, J. (2001): Výsledek převodů na výběrný les započatých H. Koniase. In: Odkaz opočenského lesního hospodářství Huga Koniase. Opočno, Eds. J. Souček, V. Tesař, Pro Silva Bohemica, s. 18–25.

SOUČEK, J. (2001): Výsledek převodů na výběrný les započatých H. Koniase. In: Odkaz opočenského lesního hospodářství Huga Koniase, Sborník referátů z celostátního semináře, Opočno, s. 18 – 25.

SOUČEK, J., 2002: Conversion of forest managed under systéme involving coupes to a selection forest on an example of the Opuky research area. *Journal of Forest Science*, 48: 1: 1 – 7.

SOUSA, W. P. (1984): The role of disturbance in natural communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5: 353 - 391.

STANĚK, J. et al. (1997): Lesní zákon v teorii a praxi. Úplné znění prováděcích předpisů s komentářem. Písek, Matice lesnická, 440 s.

STERBA, H. (1978): Ertragskundliche Überlegungen zur Zielstärkenntzung. *Allg. Forstzeitung*, 89: 383 – 385.

STERBA, H. (1999): Jahre Zielstärkennutzung in der „Hirschlacke“, *Stift. Schlägl. Allg. Forst- u. Jagdztg.*, 170: 170 - 175.

STERBA, H., 1983: Die Funktionsschemata der Sortentafeln für Fichte in Österreich. *Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt*, 152, Wien, 63 s.

SVOBODA, M. (2005a): Množství a struktura tlejícího dřeva a jeho význam pro obnovu lesa ve smrkovém lese v oblasti rezervace Trojmezna. *Zprávy lesnického výzkumu*, 50: 1: 33 – 45.

SVOBODA, M. (2005b): Struktura horského smrkového lesa v oblasti Trojmezny ve vztahu k historickému vývoji a stanovištním podmínkám. *Silva Gabreta*, 11: 1: 43 – 62.

SÝKORA, T. (1971): Lesní rostlinná společenstva Jizerských hor. Severočeské muzeum, Liberec, 60 s. ŠARMAN, J. (1981): Lesnické půdoznalství s mikrobiologií. – SPN, Praha, 225 s.

ŠINDELÁŘ, J. (1984): Opatření k záchraně a reprodukci genofondu lesních dřevin v lesním hospodářství ČSR. *Lesnický průvodce*, č. 2, VÚLHM Jíloviště-Strnady.

- ŠINDELÁŘ, J. (1984): Opatření k záchraně a reprodukci genofondu lesních dřevin v lesním hospodářství ČSR. Lesnický průvodce, č. 2, 1984. VÚLHM Jíloviště-Strnady.
- ŠMELKO, Š. (2000): Dendrometria. Vyd. TU vo Zvolene, 399 s.
- ŠMELKO, Š., 1988: Presnosť nových rastových tabuliek ČSSR pri zisťovaní zásob porastov. Acta Facultatis forestalis, Zvolen, XXX, s. 143-158.
- ŠMELKO, Š., 2000: Dendrometria. Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen, 399 s.
- ŠMELKO, Š., 2007: Dendrometria. TU Zvolen. 400 s.
- ŠMELKO, Š. (2007). *Dendrometria* (2nd ed., p. 400). Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene.
- ŠMÍDOVÁ, V. (1991): Metodiky používané při rozborech na VÚLHM VS Opočno. – ms. depon in: Knih. VÚLHM Výzkumná stanice Opočno.(nestr.).
- ŠRÁMEK, X. (1983): SPR Voděradské bučiny I. a II. Památky a příroda, 166-171 a 241-248.
- ŠRÁMEK, X. (1985): Padesát let Školního lesního podniku Kostelec nad Černými lesy Vysoké školy zemědělské v Praze. Tomos Praha, 166 s.
- ŠTĚRBA, P. (2005): Národní inventarizace lesů ČR 2001 – 2005. Příloha Lesnické práce 9/2005. Lesnická práce 84: 9: 8.
- TATARINOV F. ČERMÁK J. 1999. Daily and seasonal variation of stem radius in oak. Ann.Sci.For. 56: 579-590. (164)
- TATARINOV F. BOCHKAREV Y. OLTCEV A. NADEZHDINA N. ČERMÁK J. 2005. Effect of contrasting water supply on the diameter growth of Norway spruce and aspen in mixed stands: a case study from the southern Russian taiga. Ann.For.Sci. 62:1-10.
- TESAR M., ŠÍR M., LICHNER L., ČERMÁK J. 2007. Plant transpiration and net entropy exchange on the Earth's surface in a Czech watershed. Biologia (Bratislava) 62(5): 1-5.
- TESAŘ, V. (1999): Přírodě blízké způsoby hospodaření v lesích. In: Přírodě blízké způsoby hospodaření v lesích chráněných krajinných oblastí. Průhonice 30. 3. 1999. Ed. P. Moucha, Praha, SCHKO ČR, ČLS, s. 31–40.

- TESAŘ, V. (1999): Přírodě blízké způsoby hospodaření v lesích. In: Přírodě blízké způsoby hospodaření v lesích chráněných krajinných oblastí. Průhonice 30. 3. 1999. Ed. P. Moucha. Praha, SCHKO ČR, s. 31 – 40.
- TESAŘ, V., KLIMO, E., KRAUS, M., SOUČEK, J., 2004: Dlouhodobá přestavba jehličnatého lesa na Hetlíně – kutnohorské hospodářství. MZLU v Brně, 60 s.
- THOMASIIUS, H. (1992): Prinzipien eines ökologisch orientierten Waldbaus. Dauerwald, 7: 2 – 21.
- THOMASIIUS, H. (1995): Geschichte, Anliegen und Wege des Waldumbaus in Sachsen. Studie Neuhof-Pommern, 54 s.
- THOMASIIUS, H. (1999): Leben und Werk von Prof. Dr. Ing. Anton HEGGER. Pionier der Vorratspflege in Gebirgswäldern. Neuhof. Romerz.
- TICHÝ, A. (1884): Forsteinrichtung in Eigenregie des auf eine möglichst naturgesetzliche Waldbehandlung bedachten Wirtschafters. Berlin.
- TICHÝ, A. (1891): Der qualifizierte Plenterbetrieb als nachfolgende Entwicklungsstufe einer zuerst im Jahre 1884 veröffentlichten Forsteinrichtungsmethode. München.
- TJURIN, A. V., 1931: Normalnaja proizvoditelnost' nasaždenij sosny, berezy, osiny i jeli. Moskva – Leningrad
- TRUHLÁŘ, J. (1975): Soubor porostů v převodu na výběrný – hospodářská úprava kontrolními metodami. VŠZ – ŠLP, Brno.
- TRUHLÁŘ, J. (1977): Soubor porostů v převodu na výběrný les na Školním lesním podniku VŠZ Brno ve Křtinách. Lesnictví, 23: 651 – 666.
- TRUHLÁŘ, J. (1983): Soubor porostů v převodu na výběrný – hospodářská úprava kontrolními metodami. VŠZ – ŠLP, Brno.
- TRUHLÁŘ, J. (1993): Soubor porostů v převodu na výběrný – hospodářská úprava kontrolními metodami. VŠZ – ŠLP, Brno.

- TRUHLÁŘ, J. (1995): Results of Conversions to the Selection Forest in the Masarykův les Training Forest Enterprise. *Lesnictví-Forestry*, 41: 3: 97 - 107.
- TRUHLÁŘ, J. (1996): Pěstování lesů v biologickém pojetí. ŠLP Křtiny.
- TŘEŠNÁK, J. (2004): Produkční důsledky ponechání části lesa spontánnímu vývoji v oblasti Jizerskohorských bučin. Diplomová práce, depon. In: FLE ČZU, Praha, 51 s.
- TŘEŠNÁK, J. (2005): Production potential of beech stand in the NNR "Jizerskohorské bučiny". In: Neuhöferová, P. (ed.): Restoration of forest ecosystems of the Jizerské hory MTS., Proceedings, CUA FFE Prague, Department of Silviculture and FGMRI Jíloviště-Strnady, FRS Opočno.
- TURČÁNI, M. – GRODZKI, W. – FLEISCHER, P. – NOVOTNÝ, J. – HRASOVEC, B. (2004): Can air pollution influence spruce bark beetle populations in the Central European mountains? *Ekológia (Bratislava)*, Special Issue, 2: 371 - 382.
- TURČÁNI, M. (1997): Návrh opatrení proti premnoženiu podkôrníkovitých na kalamitných plochách po vetrovej smršti. In: Aktuálne problémy v ochrane lesa. Zborník referátov z celoslovenského seminára, ktorý se konal 7. - 8. apríla 1997 v Banskej Štiavnici, s. 51 – 59.
- ÚHÚL, 1990: Konstrukce a způsob použití taxačních tabulek. ÚHÚL, Brandýs nad Labem, 13 s. (Nepublikované)
- ÚHÚL, VÚLHM, 1990: Taxační tabulky. ÚHÚL - Brandýs nad Labem, VÚLHM – Zbraslav Strnady, 15 s.
- VACEK, S. – BALCAR, V. (1992): Příspěvek k ekologii lesních dřevin v Krkonoších. In: Studium horských lesních ekosystémů a jejich poškození v České republice. Ed. K. Matějka. České Budějovice, Ústav krajinné ekologie ČSAV, s. 91–96.
- VACEK S., SIMON J., REMEŠ J. 2007: Obhospodařování bohatě strukturovaných přírodě blízkých lesů. Lesnická práce s.r.o., 447s
- VACEK, S. (1999a): Příprava a tvorba plánu péče pro maloplošná zvláště chráněná území. In: Přírodě blízké hospodaření v lesích chráněných krajinných oblastí. Průhonice 30. 3. 1999, Ed. P. Moucha, Praha, SCHKO ČR, ČLS, s. 85–97.

- VACEK, S.(1999b): Přírodě blízký les, kritéria jeho hodnocení a cesty k jeho přiblížení s ohledem na problematiku habrových doubrav. In: Vybrané problémy ochrany přírody a krajiny s ohledem na Český kras. Svatý Jan pod Skalou 26. 10. 1999. Ed. V. Švihla, Svatý Jan pod Skalou, SCHKO Český kras, ČAZV, s. 7–13.
- VACEK, S. (2000): Struktura, vývoj a management lesních ekosystémů Krkonoš. Doktorská disertační práce. Opočno, VÚLHM, VS, 684 s.
- VACEK, S. (2001a): Lesy ve zvláště chráněných územích, kritéria jejich hodnocení a zásady přírodě blízké péče. In: Simon et al.: Stanovení limitů a posouzení rizik využívání produkční funkce lesů ve zvláště chráněných územích podle kategorií ochrany. Závěrečná zpráva pro MŽP, Brno, MZLU LDF 2001a, s.12–28.
- VACEK, S. (2001b): Ekologická a ekonomická kritéria pro rozhodování o ponechání lesů ve zvláště chráněných územích spontánním procesům včetně posouzení rizik a ekonomických aspektů. Úkol 1.1 projektu Výzkum a management lesních ekosystémů ve zvláště chráněných územích. Závěrečná zpráva pro MŽP, Opočno, VÚLHM, VS, 29 s.
- VACEK, S. (2003): Minimum area of forest left to spontaneous development in protected areas. *Journal of Forest Science*, 49: 8: 349–358.
- VACEK, S. et al. (2002): Horské lesy České republiky. Praha, MZe, 259 s.
- VACEK, S. – PODRÁZSKÝ, V. (2000a) : Přírodě blízké lesy – cíle a prostředky lesnického managementu v NP Šumava. In: Monitoring, výzkum a management ekosystémů Národního parku Šumava. Sborník z celostátní konference. Kostelec nad Černými lesy, 1. a 2. prosince 1999. Ed. V. Podrázský, Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. 100–102.
- VACEK, S. – PODRÁZSKÝ, V. (2000b): Trendy a prioritní úkoly v lesích chráněných území. In: Monitoring, výzkum a management ekosystémů Národního parku Šumava. Sborník z celostátní konference. Kostelec nad Černými lesy, 27. a 28. listopadu 2000. Ed. V. Podrázský, Praha, Česká zemědělská univerzita, s. 153–155.
- VACEK, S. – PODRÁZSKÝ, V. – SOUČEK, J. (1998): Management NPR a PR v CHKO Orlické hory. Příspěvky ze semináře “Příroda Orlických hor a jejich podhůří” část 2, 3: 117–132.
- VACEK, S., SIMON, J. ET AL., 2009: Zakládání a stabilizace lesních porostů na bývalých zemědělských a degradovaných půdách. Lesnická práce, s. r. o. Kostelec nad Černými lesy, 792 s.

- VACEK, S. – PELC, F.(1998): Záchrana genofondu a přírodě blízké způsoby hospodaření v komplexu Jizerskohorských bučin.. In: Tesař, V.(ed): Obhospodařování lesa podle zásad Pro silva. Seminář k trvale udržitelnému obhospodařování lesa. Křtiny 2. a 3. dubna 1998. SLP "Masarykův les" Křtiny, s. 35-39.
- VACEK, S. – PODRÁZSKÝ, V. – SOUČEK, J. (1998): Management NPR a PR v CHKO Orlické hory. Příspěvky ze semináře Příroda Orlických hor a jejich podhůří. část 2, 5: 3: 117 – 132.
- VACEK, S. – PODRÁZSKÝ, V. (1994): Plán péče o ochranné pásmo národní přírodní rezervace Jizerskohorské bučiny na období 1995 - 2001. Liberec, ČÚOP – CHKO Jizerské hory, 223 s.
- VACEK, S. – PODRÁZSKÝ, V. (2000a) : Přírodě blízké lesy - cíle a prostředky lesnického managementu v NP Šumava. In: Monitoring, výzkum a management ekosystémů Národního parku Šumava. Sborník z celostátní konference. Kostelec nad Černými lesy, 1. a 2. prosince 1999, Ed. V. Podrázský, Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. 100 - 102.
- VACEK, S. - PODRÁZSKÝ, V. (2000b): Trendy a prioritní úkoly v lesích chráněných území. In: Monitoring, výzkum a management ekosystémů Národního parku Šumava. Sborník z celostátní konference. Kostelec nad Černými lesy, 27. a 28. listopadu 2000. Ed. V. Podrázský, Praha, Česká zemědělská univerzita 2000, s. 153 – 155.
- VACEK, S. - PODRÁZSKÝ, V. (2003): Forest ecosystems of the Šumava Mts and their management. Journal of Forest Science, 49: 7: 291 – 301.
- VACEK, S. – BALCAR, V. (1992): Příspěvek k ekologii lesních dřevin v Krkonoších. In: Studium horských lesních ekosystémů a jejich poškození v České republice. Ed. K. Matějka. České Budějovice, Ústav krajinné ekologie ČSAV 1992, s. 91 - 96.
- VACEK, S. – BALCAR, V. (2002): An approach for conciliating public expectations and biological capacities. In: The formulation of integrated management plans (IMPs) for mountain forests. Research course. Bardonecchia (Italy), 30 June – 6 July 2002. [Chambery Copivit], European Observatory for Mountain Forests, s. 59 - 66.
- VACEK, S. – BALCAR, V. (2004): Sustainable management of mountain forests in the Czech Republic. Journal of Forest Science, 50: 11: 526 - 532.
- VACEK, S. - CHROUST, L. - SOUČEK, J. (1994): Produkční analýza autochtonní smrčiny [Forest productivity analysis of autochthonous spruce stands]. Lesnictví, 40: 11: 457 – 467.

- VACEK, S. – LOKVENC, T. – BALCAR, V. – HENŽLÍK, V. (1994): Strategie obnovy a stabilizace lesa v horských oblastech. In: Jurásek, A., Vacek, S. (eds.): Stav horských lesů Sudet v České republice. Opočno, Výzkumná stanice VÚLHM, s. 25–50.
- VACEK, S. - LOKVENC, T. - SOUČEK, J. (1997): Dynamika poškození smrkových a bukových porostů v CHKO Orlické hory. VII. Analýza změn v NPR Bukačka a NPR Trčkov. In: Příroda. Sborník prací z ochrany přírody. Sv. 11 Monitoring vybraných přirozených společenstev a populací rostlinných indikátorů v České republice IV. Ed. L. Kirschnerová, Praha, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, s. 183 - 199.
- VACEK, S. – PODRÁZSKÝ, V. – MAREŠ, V. (1994a): Dynamika poškození smrkových a bukových porostů v CHKO Orlické hory. I. Změny ve stromovém patře. - In: Příroda, 1: 153 - 164.
- VACEK, S. – PODRÁZSKÝ, V. – MAREŠ, V. (1994b): Dynamika poškození smrkových a bukových porostů v CHKO Orlické hory. III. Trendy půdního vývoje. - In: Příroda, 1: 177 - 183.
- VACEK, S. – PODRÁZSKÝ, V. – PELC, F. (1996): Ekologické poměry, skladba a management komplexu Jizerskohorských bučin. Lesnictví, 42: 1: 20 - 34.
- VACEK, S. – PODRÁZSKÝ, V. - SOUČEK, J. (1996): Plán péče o národní přírodní rezervaci Jizerskohorské bučiny (stávající NPR Špičák, Stržový vrch, Poledník, Štolpichy, Frýdlantské cimbuří, Paličnick, Tišina) na období 1997 - 2011. Zpráva pro CHKO Jizerské hory. Opočno, VÚLHM - VS, 32 s., 145 s. příl.
- VACEK, S. – PODRÁZSKÝ, V. (1993): Plán péče o NPR Trčkov na období 1994 - 2000.- Ms. [depon. in: Správa CHKO Orlické hory, Rychnov n. Kn., 10 s.].
- VACEK, S. – SIMON, J. (2000): Plány péče pro zvláště chráněná území jako podklad pro tvorbu LHP či LHO. In: Zájmy a záměry ochrany přírody a životního prostředí ve vazbě na lesní hospodářské plánování. Pracovní teze přednesených referátů. Brno, červen 2000. Sest. J. Simon a A. Buček, Brno. LDF, MZLU, s. 34 - 42.
- VACEK, S. – SIMON, J. (2006): Možnosti managementu v habrových doubravách Českého krasu. In: Úloha lesníků v ochraně přírody a krajiny. Sborník referátů. Srbsko 22. 6. 2006, Praha, ČLS, ZAV ČR, MZe, s. 36 – 48.
- VACEK, S. - SOUČEK, J. - MAYOVÁ, J. (2000): Struktura a zdravotní stav vybraných lesních ekosystémů v NP Šumava. In: Monitoring, výzkum a management ekosystémů Národního

- parku Šumava. Sborník z celostátní konference. Kostelec nad Černými lesy, 1. a 2. prosince 1999. Ed. S. Vacek, Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. 40 - 51.
- VACEK, S. – SOUČEK, J. – PODRÁZSKÝ, V. – PELC, F. (2000): Přírodní poměry a management komplexu Jizerskohorských bučin. *Journal of Forest Science*, 46: 10: 445 – 467.
- VACEK, S. – SOUČEK, J. (1995): Poškození lesů Krkonoš jelení zvěří a jejich řešení. - In: Škody zvěří a jejich řešení, MZLU, Brno, s. 109 - 112.
- VACEK, S. – SOUČEK, J. (1999): Obnova a stabilizace komplexu Jizerskohorských bučin. In: Slodičák M. (ed.): Obnova a stabilizace horských lesů. Sborník z celostátní konference s mezinárodní účastí konané ve dnech 12.10. - 13.10.1999 v Bedřichově v Jizerských horách, VÚLHM – VS Opočno, s. 57 – 69.
- VACEK, S. - VAŠINA, V. - MAREŠ, V. (1987): Analýza autochtonních smrkobukových porostů SPR V bažinkách. *Opera Corcontica*, 24: 95 - 132.
- VACEK, S. (1982): Ekologické aspekty dekompozice biomasy v autochtonních ochranných smrčínách. *Zprávy lesnického výzkumu*, 27: 2: 5 - 11.
- VACEK, S. (1990). Analýza autochtonních smrkových populací na Strmé stráni v Krkonoších. *Opera Corcontica*, 27. 59 - 103.
- VACEK, S. (1994): Dynamika poškození smrkových a bukových porostů v CHKO Orlické hory. II. Vegetační změny. - In: *Příroda*, - Praha, 1: 165- 75.
- VACEK, S. (1999): Ekologické aspekty dekompozice odumřelého dřeva v autochtonní smrčíně. In: Vrška T. (ed.) 1999. Význam a funkce odumřelého dřeva v lesních porostech. Sborník referátů NP Podyjí, Vranov nad Dyjí, s. 49 - 60.
- VACEK, S. (1999a): Příprava a tvorba plánu péče pro maloplošná zvláště chráněná území. In: *Přírodě blízké hospodaření v lesích chráněných krajinných oblastí. Průhonice 30.3. 1999*, Ed. P. Moucha. Praha, SCHKO ČR, ČLS 1999, s. 85 – 97.
- VACEK, S. (1999b): Přírodě blízký les, kritéria jeho hodnocení a cesty k jeho přiblížení s ohledem na problematiku habrových doubrav. In: *Vybrané problémy ochrany přírody a krajiny s ohledem na Český kras. Svatý Jan pod Skalou 26. 10. 1999*. Ed. V. Švihla. Svatý Jan pod Skalou, SCHKO Český kras, ČAZV 1999, s. 7 – 13.
- VACEK, S. (2000): Struktura, vývoj a management lesních ekosystémů Krkonoš. Doktorská

disertační práce. Opočno, VÚLHM VS, 684 s.

VACEK, S. (2001): Lesy ve zvláště chráněných územích, kritéria jejich hodnocení a zásady přírodě blízké péče. In: Simon et al.: Stanovení limitů a posouzení rizik využívání produkční funkce lesů ve zvláště chráněných územích podle kategorií ochrany. Závěrečná zpráva pro MŽP. Brno, MZLU - LDF 2001a, s.12 – 28.

VACEK, S. (2001a): Plán péče o ochranné pásmo národní přírodní rezervace Jizerskohorské bučiny na období 2002 až 2011. Ms. Depon. In: Správa CKO Jizerské hory, Opočno, VÚLHM VS, 141s.

VACEK, S. (2001b): Ekologická a ekonomická kritéria pro rozhodování o ponechání lesů ve zvláště chráněných územích spontánním procesům včetně posouzení rizik a ekonomických aspektů. Úkol 1.1 projektu Výzkum a management lesních ekosystémů ve zvláště chráněných územích. Závěrečná zpráva pro MŽP. Opočno, VÚLHM – VS 2001, 29 s.

VACEK, S. (2002): Přírodě blízký management v lesích „maloplošných“ zvláště chráněných území. In: Limity a rizika uplatňování produkčních funkcí lesa ve zvláště chráněných územích. Sborník referátů ze semináře se zahraniční účastí. Brno a Litovel, 14. 5. a 15. 5. 2002. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, s. 29 – 42.

VACEK, S. et al. (2003): Horské lesy České republiky. MZe, Praha, 259 s.

VACEK, S. et al. (2006): Lesy a ekosystémy nad horní hranicí lesa v národních parcích Krkonoš. Folia Forestalia Bohemica, Kostelec n. Č. 1. Lesnická práce s.r.o., č. 2, 216 s.

VACEK, S. et al. (2007): Zdravotní stav a dynamika lesních ekosystémů Krkonoš pod stresem vyvolaným znečištěním ovzduší. Folia Forestalia Bohemica, Kostelec n. Č. 1. Lesnická práce s.r.o., č. 4, 112 s.

VACEK, S., CHROUST, L., SOUČEK, J. (1996): Produkční analýza autochtonních bučin. Lesnictví – Forestry, 42: 2: 54 – 66.

VACEK, S., LOKVENC, T. – SOUČEK, J. (1995a): Přirozená obnova lesních porostů. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe. MZe ČR, Praha, 20: 1 - 46 s.

VACEK, S., LOKVENC, T. – SOUČEK, J. (1995b): Podsadby lesních porostů. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe. MZe ČR, Praha, 21: 1 - 32 s.

- VALLAURI, - DANIEL, - ANDRÉ, J. - BLONDEL, J. (2003): Le bois mort: une lacune des forêts gérées, *Revue Forestière Française*, Nancy and information on Austria from Gerald Steindlegger, on Belgium and Luxembourg from Branquart, E., Vandekerkhove, K., Bourland, N., Lecomte, H in press. Actes du colloque de Chambéry.
- VAN DER ZANDE, MEREU S., NADEZHDINA N., ČERMÁK J., MUYS B., COPPIN P., MANNES F. 2009. 3D upscaling of transpiration from leaf to tree using ground based LIDAR: application on a Mediterranean Holm oak (*Quercus ilex* L.) tree. *Agricultural and Forest Meteorology* DOI: 10.1016/j.agrformet.2009.04.010.
- VANSELOW, K. (1931): *Theorie und Praxis der natürlichen Verjüngung im Wirtschaftswald*. Berlin.
- v. CARLOWITZ, J. K. (1713): *Sylvicultura oeconomica oder hauswirthschaftliche Nachricht und Anweisung zur wilden Baumzucht*. Dresden.
- v. OW, L. (1951): *Naturgemässe Waldwirtschaft – der Begriff und seine Auswirkungen*. *Allg. Forstzeitschrift*, 6: 493 – 495.
- VICHEREK, J. (2000): *Flóra a vegetace na soutoku Moravy a Dyje*. - Masarykova univerzita v Brně, Brno, 362 s.
- VRŠKA, T. - HORT, L. - ODEHNALOVÁ, P. - ADAM, D. - HORAL, D. (1999): Žákova hora virgin forest after 21 years (1974-1995). *J. For. Sci.*, 45: 9: 392 – 419.
- VRŠKA, T. - HORT, L. - ODEHNALOVÁ, P. - ADAM, D. - HORAL, D. (2000a): Mionší virgin forest – historical development and present situation. *J. For. Sci.*, 46: 9: 411 - 424.
- VRŠKA, T. - HORT, L. - ODEHNALOVÁ, P. - ADAM, D. - HORAL, D. (2001a): Razula virgin forest after 23 years (1972-1995). *J. For. Sci.*, 47: 1: 15 - 38.
- VRŠKA, T. - HORT, L. - ODEHNALOVÁ, P. - ADAM, D. - HORAL, D. (2001b): The Milešice virgin forest after 21 years (1972-1996). *J. For. Sci.*, 47: 6: 255 - 276.
- VRŠKA, T. - HORT, L. - ODEHNALOVÁ, P. - ADAM, D. (2000b): Polom virgin forest after 22 years (1973–1995). *J. For. Sci.*, 46: 4: 151 – 178.
- VRŠKA, T. - HORT, L. - ODEHNALOVÁ, P. - HORAL, D. - ADAM, D. (2001c): The Boubín virgin forest after 24 years (1972-1996). *J. For. Sci.*, 47: 1: 439 - 459.

- VRŠKA, T. - HORT, L. (2001): Podíl tlejícího dřeva v přírodních lesích ČR. In Jankovský et Čermák (eds.) Tlející dřevo 2001. Sborník referátů. MZLU Brno, s. 13 – 23.
- VRŠKA, T. et al. (2002): Dynamika vývoje pralesovitých rezervací v České republice. Academia, Praha.
- VRŠKA, T. – HORT, L. (2003): Terminologie pro lesy v chráněných územích. Lesnická práce, 82: 585–587.
- WAGENKNECHT, E. – SCAMONI, A. – RICHTER, A. – LEHMANN, J. (1956): Eberswalde 1953, Wege zu standortgerechter Forstwirtschaft. Radebeul, Berlin.
- WAGNER, CH. (1912): Der Blendersaumschlag und sein System. Tübingen.
- WAGNER, CH. (1923): Der Blendersaumschlag und sein System (3. Aufl.), Tübingen.
- WALDHERR, M. (1995): Das Stärkeklassenverfahren – eine Möglichkeit zur Ertragsregelung in naturnahen und naturgemäßen Wäldern. Forst u. Holz, 50: 430 – 436.
- WECK, J. (1950): Naturgemässer Wirtschaftswald. Allgem Forstzeitschr., s. 26 – 27.
- WEISE, W., 1880: Ertragstabeln für die Kiefer. Springer, Berlin, 156 s.
- WIEDEMANN, E., 1936: Die Fichte 1936. Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft, Verlag M & H Schaper, Hannover, 248 s.
- WIEDEMANN, E., 1943: Kiefern-Ertragstafel für mässige Durchforstung, starke Durchforstung und Lichtung, In: Wiedemann E. (1948) Die Kiefer 1948. Verlag M & H Schaper, Hannover, 337 s.
- WIJDEVEN, S. M. J. (2003): Stand dynamics in Pijpebrandje. A working document on the dynamics in beech forest structure and composition over 12 years in Pijpebrandje forest reserve, the Netherlands. Wageningen, Alterra, Green World Research. 20 pp., 8 figs., 4 tables, 10 refs.
- WIJDEVEN, S. M. J. (2003a): Stand dynamics in the Neuenburger and Hasbrucher Urwald. A working-document on the dynamics in forest structure and composition over two decades in

- the Neuenburger and Hasbrucher Urwald, Germany. Wageningen, Alterra, Green World Research. 25 pp., 5 figs., 4 tables, 9 refs.
- WIMMENAUER, K., 1900: Ertragstafel für geschlossene Eichenhochwaldbestände. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 76, Heft 1, s. 2-9.
- WOBST, H. (1954): Zur Klarstellung über die Grundsätze der naturgemässen Waldwirtschaft. Forst und Holzwirt, 9: 269 – 275.
- WOBST, H. (1979): Geschichtliche Entwicklung und gedankliche Grundlagen naturgemässer Waldwirtschaft. Forstarchiv 50: 22 – 27.
- ZACH, J. (2001): Využití matematického modelování při zpracování LHP. In: Nová strategie zpracování lesních hospodářských plánů. Sborník referátů, LDF MZLU Brno.
- ZAHRADNÍČEK, J. (2010). *Metodika hospodářské úpravy nepasečných hospodářských lesů* (p. 58). Praha: Ministerstvo životního prostředí. Retrieved from http://pbl.fri13.net/milan/knihy/Zahradnicek/Methodika_HUL_pro_nepas_lesy.pdf
- ZAKOPAL, V. - MAREŠ V. (1968): Význam smrkové příměsi pro hmotovou a hodnotovou produkci dubových porostů na bohatších typech bukovo-dubového stupně. Lesnický časopis, 14: 11/12: 925 - 945.
- ZAKOPAL, V. (1957): Několik poznatků z Opočenska o porostních převodech na výběrný tvar. Lesnická práce, 30: 156 - 160.
- ZAKOPAL, V. (1959): Studie u nás vytvořených tvarů výběrného lesa. Lesnictví, 5: 11: 995 – 1012.
- ZAKOPAL, V. (1960): Zachycení dalších tvarů výběrného lesa u nás. Sborník ČSAZV - Lesnictví, 6: 33: 181 - 200.
- ZAKOPAL, V. (1964): Převody pasečných tvarů na výběrné. In: Výzkumná stanice Opočno. Opočno, VÚLHM VS, s. 53 - 60.
- ZAKOPAL, V. (1965a): Jak lépe využít přirozenou obnovu při podrostním hospodářství. Lesnická práce, 44: 2: 60 - 64.

- ZAKOPAL, V. (1965b): Zhodnocení vývoje převodů pasečných tvarů na výběrné na Opočensku. Práce VÚLHM, 30: 225 - 271.
- ZAKOPAL, V. (1968): Vývoj převodů pasečných tvarů na výběrné v nejnižších polohách Opočenska se zvláštním zřetelem na využití smrku. Práce VÚLHM, 36: 151 – 179.
- ZAKOPAL, V. (1971): Dnešní problematika výběrného lesa a jeho výzkumu a využívání výběrných principů při podrobném hospodářství, In: Aktuální a perspektivní problémy výzkumu v pěstování lesů. Opočno, VÚLHM VS, s. 168 - 174.
- ZAKOPAL, V. (1976a): Dynamika přírůstu a obnovy při podrobném hospodářství ve smrko-bukovém stupni Orlických hor. Lesnictví, 22: 7: 523 – 544.
- ZAKOPAL, V. (1976b): Přirozená obnova v podrobném hospodářství ve smrko-bukovém stupni Orlických hor. Lesnictví, 22: 11: 881 – 902.
- ZAKOPAL, V. (1981): Poznatky získané realizací Koniasova pěstebního směru na Opočně. Lesnictví, 27: 7: 591 – 620.
- ZATLOUKAL, V. – VOKOUN, J. (1997): Hospodářská doporučení podle hospodářských souborů a podsouborů. Příloha Lesnická práce 1/97.
- ZATLOUKAL, V. (1995): Lesní hospodářství a myslivost. - In: Škody zvěří a jejich řešení. MZLU, Brno, p. 17 - 23.
- ZLATNÍK, A. (1968): Teoretická kritéria pro výběr a rozlohu chráněných území. Čsl. ochrana přírody, 6: 31–42.
- ZLATNÍK, A. (1970): Chráněná území, zvláště rezervace a jejich hospodářské a společenské funkce v krajině. Lesnictví, 9: 857–867.
- ZLATNÍK, A. (1968): Teoretická kritéria pro výběr a rozlohu chráněných území. Čsl. ochrana přírody, 6: 31 – 42.
- ZLATNÍK, A. (1970): Chráněná území, zvláště rezervace a jejich hospodářské a společenské funkce v krajině. Lesnictví, 9: 857 – 867.

- ZÚBRIK, M. – BRUTOVSKÝ, D. – BUČKO, J. – FERENČÍK, J. – FINĎO S. – FLEISCHER, P. – HLAVÁČ, P. – JAKUŠ, R. – KALISKÝ, K. – KAŠTIER, P. – KODRÍK, J. – KONÔPKA, B. – KONÔPKA, J. – KOREŇ, M. – KUNCA, A. – NOVOTNÝ, J. – PAVLÍK, M. – PAVLÍK, Š. – RAŠI, R. – TURČÁNI, M. – VAKULA, J. (2005a): Projekt ochrany lesa na území ŠL TANAP-u po vetrovej kalamite zo dňa 19.11.2004 - realizačný projekt. LVÚ Zvolen. 85 s.
- ZÚBRIK, M. – BRUTOVSKÝ, D. – BUČKO, J. – FERENČÍK, J. – FINĎO S. – FLEISCHER, P. – HLAVÁČ, P. – JAKUŠ, R. – KALISKÝ, K. – KAŠTIER, P. – KODRÍK, J. – KONÔPKA, B. – KONÔPKA, J. – KOREŇ, M. – KUNCA, A. – NOVOTNÝ, J. – PAVLÍK, M. – PAVLÍK, Š. – RAŠI, R. – TURČÁNI, M. – VAKULA, J. (2005b): Projekt ochrany lesa na území ŠL TANAP-u po vetrovej kalamite zo dňa 19.11.2004 – nešťátne subjekty - realizačný projekt. LVÚ Zvolen. 68 s.
- ZÚBRIK, M. – BRUTOVSKÝ, D. – BUČKO, J. – FERENČÍK, J. – FINĎO S. – FLEISCHER, P. – HLAVÁČ, P. – JAKUŠ, R. – KALISKÝ, K. – KAŠTIER, P. – KODRÍK, J. – KONÔPKA, B. – KONÔPKA, J. – KOREŇ, M. – KUNCA, A. – NOVOTNÝ, J. – PAVLÍK, M. – PAVLÍK, Š. – RAŠI, R. – TURČÁNI, M. – VAKULA, J. (2005c): Projekt ochrany lesa na území ŠL TANAP-u po vetrovej kalamite zo dňa 19.11.2004 - aktualizácia a situačná správa k 15. 7. 2005. LVÚ Zvolen. 50 s.
- ZÚBRIK, M. – BRUTOVSKÝ, D. – BUČKO, J. – FERENČÍK, J. – FINĎO S. – FLEISCHER, P. – HLAVÁČ, P. – JAKUŠ, R. – KALISKÝ, K. – KAŠTIER, P. – KODRÍK, J. – KONÔPKA, B. – KONÔPKA, J. – KOREŇ, M. – KUNCA, A. – NOVOTNÝ, J. – PAVLÍK, M. – PAVLÍK, Š. – RAŠI, R. – TURČÁNI, M. – VAKULA, J. (2006): Projekt ochrany lesa na území TANAP-u po vetrovej kalamite zo dňa 19.11.2004 realizačný projekt pre rok 2006. NLC-Zvolen. 140 s.
- ZÚBRIK, M. – TURČÁNI, M. – NOVOTNÝ, J. – RAŠI, R. – BRUTOVSKÝ, D. – VAKULA, J. – JAKUŠ, R. – PAVLÍK Š. – PAVLÍK, M. – KODRÍK, M. – HLAVÁČ, P. – VARÍNSKY, J. – KALISKÝ, K. (2005d): Riziká premnoženia podkôrneho hmyzu a stratégia ochrany proti nemu na kalamitiskách. In: Aktuálne problémy v ochrane lesa 2005. Zborník referátov z medzinárodného seminára, Banská Štiavnica, s. 90 - 102.
- ZÜCHER, U. (1993): Die Waldwirtschaft wird nachhaltig sein oder sie wird nicht sein. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen.
- ZUKRIGL, K. - ECKHART,G. - NATHER, J. (1963): Standortkundliche und waldbauliche Untersuchungen in Urwaldresten der niederösterreichischen kalkalpen. Mitt. FBVA – Marianbrunn, 62: 1 - 244.
- ZUKRIGL, K. – ECKHART,G. – NATHER, J. (1963): Standortkundliche und waldbauliche Untersuchungen in Urwaldresten der niederösterreichischen kalkalpen. Marianbrunn, Mitt. FBVA, 62: 1–244 s.

ZUMR, V. 1990. The migration of spruce bark beetle *Ips typographus* L. Coleoptera Scolytidae in spruce stands. Lesnictví. Prague. 36 (6). 449-445.

ŽDÍMAL, V. (1991): Zhodnocení postupu převodu lesa pasečného vysokokmenného na les výběrný. Lesnictví, 37: 11: 911 - 919.