

# Agrolesnictví

Skriptum pro posluchače MENDELU

**Antonín Martiník a kolektiv**

## **Autorský kolektiv:**

Ing. Ludka Čížková PhD. – kapitola 19;

Ing. Lenka Ehrenbergerová – kapitola 10;

Ing. Petr Jelínek PhD. – kapitola 8;

Doc. Dr. Ing. Jan Kadavý – kapitola 20;

Prof. Ing. Jan Křen CSc. – kapitola 21;

Ing. Antonín Martiník PhD. – kapitoly 1-7, 12, 13, 15,16, 17;

Dr. Víctor Romero – kapitola 11;

Doc. Ing Dr. Milada Štastná – kapitola 14;

Ing. Jan Weger PhD. – kapitola 18;

**Tato skripta byla vytvořena v rámci projektu InoBio – Inovace biologických a lesnických disciplín pro vyšší konkurence schopnost, registrační číslo projektu CZ.1.07/2.2.00/28.0018. za přispění finančních prostředků EU a státního rozpočtu České republiky.**



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Obsah

I. Úvod: Ing. Martiník.....	4
II. Teoretická část – úvod, pojem, rozdělení, historické souvislosti vývoje a hodnocení agrolesnictví .....	(3 – 24)
1. Agrolesnictví - součást sociálního lesnictví: Ing. Martiník.....	5
2. Agrolesnictví - dlouhodobě udržitelné zemědělství: Ing. Martiník.....	6
3. Původ, definice a koncept agrolesnictví: Ing. Martiník .....	7
4. Klasifikace agrolesnictví: Ing. Martiník.....	8
5. Agrolesnictví v historických souvislostech: Ing. Martiník.....	14
6. Hodnocení agrolesnictví - výhody a nevýhody agrolesnických systému: Ing. Martiník .....	21
7. Východiska rozvoje agrolesnictví: Ing. Martiník.....	22
III. Praktická část – příkladové studie .....	(25 – 53)
8. Komunitní lesnictví – sociálně příznivé lesnictví: Ing. Jelínek.....	25
9. Farmové lesnictví – Australské farmářství ( <i>Australian farm forestry</i> ): Ing. Martiník .....	33
10. Agrolesnictví v oblasti tropického deštného lesa Střední a Jižní Ameriky: Ing. Ehrenbergerová .....	34
11. Agrolesnictví ve středomoří ( <i>Agroforestry in the Mediterranean part of Europe</i> ): Dr. Romero.....	39
12. Souběžné pěstování ořešáku a zemědělské produkce ( <i>Alley cropping with Black Walnut in Missouri</i> ) : Ing. Martiník .....	45

13. Pěstování paulovnie na zemědělské půdě ( <i>Agroforestry with Paulownia in China</i> ): Ing. Martiník .....	48
14. Permakultura - permakulturní způsob hospodaření: Doc. Šťastná.....	50
<b>IV. Agrolesnictví V ČR .....</b>	<b>(53 – 102)</b>
15. Východiska agrolesnictví v ČR: Ing. Martiník .....	53
16. Polaření - pěstování plodin na lesní půdě ve fázi obnovy lesa: Ing. Martiník .....	54
17. Zalesňování zemědělských půd: Ing. Martiník .....	57
18. Výmladkové plantáže rychlerostoucích dřevin na zemědělské půdě: Ing. Weger.....	60
19. Pěstování dřevin na zemědělské půdě - lignikultury: Ing. Čížková.....	71
20. Nízký a střední les – farm forestry in Czech Rep.: Doc. Kadavý.....	79
21. Východiska dlouhodobé udržitelnosti pěstování plodin na zemědělské půdě – osevní postupy a kategorizace zemědělského území: Prof. Křen .....	87
<b>V. Použitá a doporučená literatura.....</b>	<b>(103 – 108)</b>

## I. Úvod

Co je a co není agrolesnictví, a proč má smysl o něm diskutovat také v České republice? Agrolesnictvím není rozhodně uplatňování zemědělských principů při obhospodařování lesů. Pěstování dřevin na zemědělské půdě je naproti tomu pojmem, který má k agrolesnictví mnohem blíže. Agrolesnictvím jsou hospodářské postupy v lesní i zemědělské kulturní krajině pracující současně jak se stromy, tak se zemědělskou produkcí. Nicméně i tato definice bereme-li do úvahy širší krajinné celky, je zavádějící a může znamenat, že pod tento pojem se schovají jak lány kukuřice, tak navazující smrkové monokultury.

Kromě bezprostřední integrace a vzájemného spolupůsobení dřevin a plodin (hospodářských zvířat) je v současném pojetí agrolesnictví systém založený na trvalé udržitelnosti, poskytuje tedy jak produkční, tak mimoprodukční užitky. Z dalších rysů agrolesnictví, který je v řadě případů odlišuje od prostého lesnictví nebo zemědělství, je zvýšený důraz na sociální stránku systému. Agrolesnictví je tak nejen o stromech a krajině, ale především o lidech a jejich myšlení.

Agrolesnictví má bohatou minulost a lze říci, že z něj vzešlo jak moderní zemědělství, tak lesnictví. Nicméně současné agrolesnické praktiky jsou spíše synonymem pro tropické nebo subtropické oblasti, tedy regiony často rozvojové. Agrolesnictví je v těchto oblastech často nutnost spojená s primárními potřebami. V západoevropském a středoevropském kontextu s převahou „specializované“ půdy pro les a zemědělství lze v agrolesnictví vidět spíše výzvu než normu.

V agrolesnictví nelze rozhodně vidět všelék na neduhy moderní doby v přístupech ke krajině, ať už jde o erozi, sucho, úbytek krajinné zeleně, příp. nezaměstnanost. Nicméně v řadě případů může uplatnění agrolesnických přístupů znamenat výrazný posun v řešení výše naznačených problémů.

Předkládaný učební text není vyčerpávajícím přehledem o agrolesnictví. Jedná se spíše o stručný nástin teorie a dále o prezentaci konkrétních příkladů. Zvláštní pozornost je pak v textu věnována možnostem rozvoje agrolesnictví v České republice.

*Autor*

## II. Teoretická část - úvod, pojem, rozdělení, historické souvislosti vývoje a hodnocení agrolesnictví

### 1. Agrolesnictví - součást sociálního lesnictví

Agrolesnictví je často řazeno do tzv. „sociálního lesnictví“, tedy mezi obory, kde je hospodaření s dřevinami více o lidech než o stromech (Sands 2005). Také z úvodní kapitoly je zřejmé, že změna v hospodaření s přírodními zdroji není možná bez změny chování člověka.

Vznik pojmu „*social forestry* – sociální lesnictví“ lze datovat rokem 1978, kdy na mezinárodní lesnické konferenci konané v Jakartě bylo pod heslem „*Forestry for People*“ ústředním tématem zachování a ochrana práv místních obyvatel, jejichž živobytí bylo spojeno s lesem v jejich bezprostředním okolí. Původní cílovou skupinou sociálního lesnictví byly rozvojové země, nicméně postupem doby je tento pojem použitelný i v rozvinutých zemích včetně Evropy.

V obecné rovině lze sociální lesnictví dále rozdělit následovně:

- a) *Community forestry* - komunitní lesnictví
- b) *Agroforestry and farm forestry* - agrolesnictví a farmové lesnictví
- c) *Urban forestry* – lesnictví (o stromech) ve městech

***Community forestry*** lze definovat jako zapojení místních (lokálních) obyvatel do aktivit spojených s lesem, ale i s dřevinami mimo les. Les bývá často společným vlastnictvím, ale nemusí tomu tak být vždy a může se jednat pouze o společný dlouhodobý nájem. Z aktivit kromě těžby, zpracování, případně i spotřeby dřeva se jedná také např. společný lov zvěře, využívání ostatních produktů lesa (byliny, bobuloviny), ale i využívání environmentálních účinků dřevin. Komunitní lesnictví je spojované především s tropickými oblastmi a domorodým obyvatelstvem bezprostředně závislým na lese. Příklady a dodržování principů komunitního lesnictví jsou však známy i z podmínek střední Evropy, případně ČR. Příkladem může být sdružení drobných vlastníků lesa. K základním principům komunitního lesnictví patří: decentralizace, přerozdělení, participace, společný management, spojitý management (lesník-komunita-vláda-vlastník), slušnost a spravedlnost.

***Urban forestry*** lze ve stručnosti charakterizovat jako péči o dřeviny a jejich porosty ve městech, případně v jejich bezprostředním okolí. Obor se pod označením *arboristika* rozvíjí především v posledních letech. Důvodem je jednak nárůst lidské populace žijící ve městech, jednak potřeba pěstovat a pečovat o dřeviny ve městech jako o součást zdravého a moderního životního stylu. Zatímco v rozvojových zemích plní stromy ve městech často funkci produkční, v rozvinutých zemích je vyzdvižována právě jejich mimoprodukční funkce (rekreační, hygienická, klimatická, vzdělávací apod.). Nicméně, dřeviny mohou ve městech způsobovat také řadu problémů, jako např. narušení statiky domů, problém se spadáním listů, padajícími větvemi apod., které je spolu s pozitivními vlivy potřeba zohledňovat při volbě managementu a zakládání porostů dřevin ve městech.

**Farm forestry a Agroforestry** - jedná se o pojmy blízké a často vzájemně zaměnitelné. V přesné terminologii je nicméně pojem agrolesnictví úžeji vymezeným pojmem, a to jak v rámci farmového lesnictví, tak mimo ně. Farmové lesnictví je definováno jako zakládání a management dřevin na farmách nebo také jako snaha farmářů pěstovat dřeviny. Jako obor se rozvíjí především v posledních letech, kdy jsou oceňovány produkční, ale i mimoprodukční účinky dřevin ve venkovské krajině. Pojmu agrolesnictví bude věnována pozornost na dalších stránkách tohoto textu.

## 2. Agrolesnictví – dlouhodobě udržitelné zemědělství

**Agrolesnictví**, resp. smíšené zemědělsko-lesnické systémy jsou rovněž řazeny mezi systémy snažící se o dlouhodobou udržitelnost v zemědělství a označované jako LEIA (*low external imputs agriculture*). Tyto systémy jsou postavené na snižování vnějších vstupů a jejich kompenzaci informovanějším managementem v oblasti ekologických vazeb. Opakem LEIA systému jsou HEIA (*high external imputs agriculture*) systémy. Ty se vyznačují vysokými vstupy energie, vysokou produkcí, ale nízkou energetickou efektivitou a často závažnými dopady na životní prostředí. Mezi LEIA systémy lze kromě agrolesnictví řadit: integrované zemědělství, ekologicky zaměřené zemědělské systémy nebo alternativní a další formy zemědělství (Šarapatka 2010).

**Integrované zemědělství** – „je systém, který produkuje kvalitní produkty s využitím přírodních zdrojů a regulačních mechanismů jako náhradu za provozní prostředky zatěžující životní prostředí“ (Šarapatka 2010). V rámci integrovaného zemědělství je uplatňován celostní systém, v němž je např. chov zvířete sice součástí integrované produkce, ale nikoliv za cenu omezení jiných principů produkce. V systému je kladen důraz na minimalizaci ekonomických nákladů ale i dopadů na životní prostředí. Jsou dodržovány zásady integrované ochrany rostlin (chemická ochrana až jako poslední nejzazší možnost ochrany rostlin) i systém optimalizace koloběhu prvků. Při obhospodařování je podporována a udržována nejen půdní úrodnost, ale i biodiverzita krajiny.

**Ekologicky zaměřené zemědělské systémy** – tvoří skupina několika směrů zdůrazňujících soulad hospodáře s přírodními systémy. *Přírodní zemědělství* – systém, který stál u zrodu i osadních ekologických systémů, vzniká na počátku 20. století a je spojen s přírodním způsobem života. Systém lze charakterizovat životem na venkově spojeným se samozásobitelstvím, tělesnou prací a vegetariánstvím. *Biodynamické hospodaření* – jehož duchovním otcem je filosof Dr. Rudolf Steiner, je postaveno na vyšším zastoupení bobovitých rostlin, organických hnojiv a biodynamických preparátů v zemědělské praxi. *Ekologické zemědělství* je v současnosti rozšířeno ve 154 zemích světa, a to především díky dotačním podporám. Česká republika patří s 342 tis. ha k předním státům Evropy (Šarapatka 2010).

**Alternativní zemědělství** – vzniklo ve spojených státech na konci 20. století jako reakce na dopady tehdejší zemědělské výroby na stav životního prostředí (půda, voda). Cílem postupů alternativního zemědělství bylo snížení vstupů a zahrnutí přírodních procesů do agrosystémů, a dále celkové zefektivnění systému při respektování potenciálu krajiny.

Z dalších **alternativních systémů** lze jmenovat např. permakulturu (viz níže), makrobiotické zemědělství (vzniká z filosofie orientu, resp. Yin a Yang principů), nebo veganské zemědělství (spojené s veganským způsobem života).

**Agrolesnictví** lze v tomto pojetí řadit mezi dlouhodobě udržitelné agrosystémy, v nichž udržitelnost vychází mj. z přítomnosti stromů v krajině, resp. jejich pozitivním vlivem na půdu, produkci systému, ale i celou krajinu.

### 3. Původ, definice a koncept agrolesnictví

**Agrolesnictví** – „nový pojem pro staré praktiky“ vzniká sice v druhé polovině minulého století, nicméně historicky ho lze řadit k nejstarším „oborům“ lidstva (Neir, Ramachadran 1993). Historickým souvislostem krajinného managementu tedy především lesnictví, zemědělství jakož i agrolesnictví bude věnována kapitola II – 4. Současně je třeba zdůraznit, že na agrolesnictví nelze pohlížet jako na návrat ke starým praktikám, ale spíše jejich trvalou modernizaci.

Počátky agrolesnictví jsou spojovány s rokem 1806, kdy byla v Barmě metodou *Taungya* (dočasné pěstování zemědělských plodin do zapojení porostu) založena plantáž teaku (*Tectona grandis*). Na popularizaci se podílel rakouský lesník a tehdejší guvernér D. Brandis. Významný posun v disciplíně lze zaznamenat až v druhé polovině 20. století a je spojen se zelenou revolucí, tedy rozvojem v zemědělském sektoru (nové plodiny, krmiva, intenzifikace, hnojení). Postupně roste zájem rozvinutých zemí a mezinárodních institucí o osud třetích zemí. To se týká především tropických oblastí, kde dochází jednak k nedostatku potravin, jednak k masivnímu odlesňování. Souběžné pěstování dřevin a zemědělských plodin se ukázalo jako jedno z východisek řešení tohoto problému (r. 1975 IDRC – *International Development Research Center* v Kanadě). V roce 1997 následovalo založení první samostatné instituce *International Council for Research in Agroforestry* (ICRAF). Ta byla v roce 1991 přejmenována na *International Centre for Research in Agroforestry* (ICRAF) a plní hlavní úlohu v oblasti výzkumu a informovanosti agrolesnictví ve světě dodnes. Kromě této celosvětové organizace existuje ještě např. *Associatino for Temperate Agroforestry*, nebo EURAF - evropská asociace agrolesnictví a celá řada národních organizací.

Základním předpokladem pro vymezení agrolesnictví je:

- a) souběžné pěstování dřevin a zemědělských plodin (případně chovu zvířat) na téže ploše;
- b) vzájemné spolupůsobení těchto dvou složek.

Jedna z prvotních definic agrolesnictví vypadá následovně: „*Agrolesnictví je společný název pro krajinný (hospodářský) management a technologie, při němž jsou trvalé dřeviny (stromy, keře, palmy, bambusy aj.) pěstovány souběžně na stejném pozemku jako zemědělské plodiny a (nebo) zvířata ve specifickém časovém a prostorovém uspořádání. Současně dochází ke vzájemnému ekonomickému a ekologickému spolupůsobení mezi těmito složkami*“

(Lundgren, Raintree 1982 in Neir, Ramachadran 1993). Z pozdějších definic lze uvést např. tuto: „*Agrolesnictví je dynamický systém hospodaření založený na ekologických základech a využívající přírodní zdroje integrací stromů na farmách a v celé krajině. Tím se zvyšuje produkce a podporuje sociální ekonomický a environmentální prospěch pro uživatele krajiny. Zatím však nebyl kladen dostatečný důraz na to, aby politikové, odborníci na využívání přírodních zdrojů i samotní zemědělci pochopili potenciální možnosti agrolesnictví*“ (Nátr 2011 – Kongres WCA 2004). AFTA (Association for Temperate Agroforestry, in Riguerio – Rodríguez et al. 2009) definuje agrolesnictví jako: „*intenzivní krajinný hospodářský systém, který optimalizuje užitek z biologického spolupůsobení při pěstování stromů (keřů) a plodin, případně/nebo chovu hospodářských zvířat.*“

Vzhledem k širokému spektru definic je i vymezení toho, co ještě řadit mezi agrolesnictví a co již nikoliv, občas problémové a nejednoznačné. Jinak tomu není ani u lesnictví, případně zemědělství. Nicméně u všech systému, které se ucházejí o to stát se agrolesnictvím by mělo být možné vylíčit tyto základní atributy:

- a) produktivnost – vytváření hodnot (dřevo, plodina, píce aj.);
- b) udržitelnost – zachování potenciálu využití obnovitelných zdrojů (půda);
- c) adaptabilita – schopnost přizpůsobit se měnícím se podmínkám.

Jestliže původ agrolesnictví byl spojován především s lesnictvím, v současnosti je tento pojem spjat více se zemědělstvím a především pak s farmářstvím, tedy spíše drobným a lokálním zemědělstvím.

#### **4. Klasifikace agrolesnictví**

Klasifikační schémata umožňují inventarizaci, orientaci, ale i porovnání a následný rozvoj agrolesnických systémů (praktik). Výchozím kritériem pro jejich rozvoj je rozdělení dle hlavních geografických, resp. ekologických zón. V současném pojetí lze agrolesnictví rozdělit na *tropické* a *temperátní*. Toto vymezení lze chápat jednak dle zeměpisné šířky, (tropy cca do 30°, temperátní zona 30° – 60°), a tedy i podobného klimatu, jednak dle podobných socioekonomických problémů. Ještě do nedávna platilo pro naprostou většinu tropické oblasti synonymum rozvojové, pro temperátní to bylo rozvinuté.

Každý agrolesnický systém lze charakterizovat dle následujících kritérií:

- strukturních;
- funkčních;
- socio-ekonomických;
- ekologických.



3.1. Základní klasifikační schéma (rozdělení) agrolesnictví.

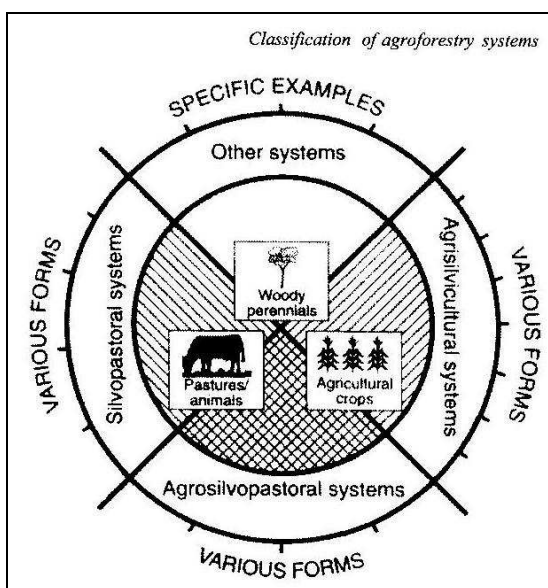
Kategorie			Dělení systému	
Struktura		Funkce	Agro-ekologické podmínky	Sociální-ekonomická úroveň (management)
<u>Povaha prvků</u>	<u>Uspořádání prvků</u>			
<i>Agrosilviculture</i> Stromy/keře + zemědělská (rostlinná) plodina	<u>V prostoru:</u>	<u>Produkční:</u>	tropy-humidní - nížinné	<u>Vklad technologie:</u>
	husté	potravina	tropy-humidní-hory	nízký
	řidké	palivo	tropy-subhumidní - nížinné	střední
<i>Silvopastoral</i> Stromy/keře +pastva (zvířata)	pruhy	kryt	tropy-subhumidní-hory	vysoký
	okraje	<u>Ochranná:</u>	temperátní oblasti	<u>Výnosy:</u>
<i>Agrosilvopastoral</i> Stromy/keře + zemědělská (rostlinná) plodina + pastva (zvířata)	<u>V čase:</u>	vítr		komerční
	souběh	slunce		střední
	dočasný souběh	voda		obživa
<i>Others</i> Stromy/keře + ryby/ med/ houby/ dřevo	odděleně	<u>Ostatní:</u>		
	přesah			

**Strukturní** kritéria vypovídají o povaze a uspořádání jednotlivých komponentů. K základním komponentům (složkám) všech agrolesnických systému patří: dřeviny (stromy + keře); zemědělské plodiny nebo živočišná složka, případně tzv. ostatní (ryby, hmyz aj.). Kombinace mezi jednotlivými komponenty vytváří specifický systém (tab. 3.1). Základní členění dle komponentů (složek) je následující:

- Zemědělsko-lesnické: systém kombinující rostlinou zemědělskou produkci s dřevinami,
- Lesnicko-pastevní: systémy založené na pastvě v porostech dřevin,
- Zemědělsko-pastevně-lesnické: systémy kombinující předešlé,
- Ostatní: ostatní systémy.

Uspořádáním systému je myšleno, jak jsou jednotlivé složky uspořádány v prostoru, resp. jak na sebe navazují časově (obr. 3.1 a 3.2). Prostorové rozmístění může být buď v hustém, řídkém, nebo řadovém sponu. Extrémním příkladem řadového sponu je tzv. liniové nebo okrajové rozmístění, kdy stromy lemují zemědělsky kultivovanou plochu. Časové uspořádání je zřejmé z obr. 3.2.

Obr. 3.1. Základní členění agrolesnických systému dle povahy komponentů (převzato Nair and Ramachadran 1993) – vlevo.



Arrangements	Schematic illustration
Coincident	ffffffffff cccccccccccc
Concomitant	ffffffffff ccccccc
Intermittant (space-dominant)	ffffffffff cccc cccc cccc
Overlapping	ffffffffff cccccccc
Separate (time-dominant)	ffffffffff ccccccc
Interpolated	ffffffffff ccc ccc

Obr. 3.2. Časové uspořádání komponentů (f: forest - dřevina nebo les; c: crop - plodina) v čase (převzato Sutuma 1996) – vpravo.

Základním východiskem **funkčního** dělení je funkce produkční nebo tzv. mimoprodukční. Produkční funkci přitom mohou plnit všechny zastoupené komponenty, nebo jen některé. Stromy plodiny i živočišná složka přitom mohou poskytovat celou řadu produktů. V případě stromů to je dřevo, plody, ale i větve na pící nebo kůru (tab. 3.2). Mimoprodukční funkce plní v konkrétním systému především dřeviny.

**Ekologická** kritéria vypovídají především o stanovištních podmínkách, ve kterých se konkrétní systém vyskytuje. Kromě prvotního rozdělení (tropy, temperátní) existuje ještě jemnější členění v rámci těchto základních zón. Např. tropické oblasti jsou děleny na humidní a sub-humidní nížinou, vysychavou - semiaridní a aridní oblast a konečně na oblast horskou. Pro Evropu je následně vymezeno celkem 11 základních biogeografických zón: arktická, boreální, atlantická, kontinentální, alpínská, panonská, mediteránní, makarónská, stepní, oblast Černého moře a anatolská (in Riguerio – Rodríguez et al. 2009). Kromě tohoto širšího rámce (geografické, nebo klimatické zóny), sem patří členění podle konfigurace terénu a místních specifíků (údolí, plošina, zasolené půdy apod.).

**Socioekonomickými** kritérii rozumíme především úroveň technologického vkladu a rozsah trhu, pro který jsou určeny produkty konkrétního systému (tab. 3.1).

Pro přehlednost dělení jsou jako základní kritérium členění rozhodující strukturní a funkční hlediska. Kritéria ekologická a socioekonomická slouží k upřesnění konkrétního systému.

Tab. 3.2. Funkce jednotlivých komponentů v agrolesnických praktikách (převzato a upraveno – Riguerio - Rodríguez et al. 2009).

Funkce	Popis funkčního zaměření	Příklad produktu nebo služby
Produkční	Tvorba biomasy	Dřeviny: kulatina, palivo, plody, kůra, píce Plodina: zrno, zelenina, biomasa, píce Živočišná složka: maso aj.
Stanovištní	Zachování stanoviště pro ochranu biodiversity	Druhová a biotopová diversita, umožnění migrace a životní prostor pro rostliny a živočichy
Ochranná	Uchování a podpora ekologických procesů	Ochrana proti vodní a větrné erozi Ochrana proti požárům Poutání CO <sub>2</sub>
Kulturní	Možnosti rozvoje společnosti a rekreace	Rozvoj společnosti Možnosti rekreace

Především v temperátní oblasti lze k výše uvedeným kritériím přiřadit ještě jedno, a to způsob využití půdy, tedy zda se jedná o **lesní** nebo o **nelesní**, resp. zemědělskou půdu. Toto členění má především legislativní povahu z čehož následně plyne i řada praktických omezení.

Zatímco **agrolesnických praktik** pro oblasti tropů rozlišujeme kolem dvaceti (viz tab. 3.3), pojem **agrolesnický systém** se vztahuje na konkrétní systém v lokálních podmínkách. V případě inovace systému nebo praktiky hovoříme o **agrolesnické technologii**.

Tab. 3.3. Základní agrolesnické praktiky v tropech (převzato, upraveno Nair, Ramachadran 1993).

---

<b>Praktika a stručný popis</b>
<b><i>Agrisilvicultural systems</i> „Zemědělsko – lesnické“ systémy (dřeviny+plodiny)</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. <i>Improved fallow (Shifting cultivation)</i> „úhorové hospodářství“: pěstování dřevin na tomtéž pozemku, kde byla pěstována v minulosti zemědělská produkce během několikaleté periody, příp. ponechání půdy přírodním procesům po několikaletém zemědělském hospodaření.</li><li>2. <i>Taungya</i> „tangya“: pěstování plodin v meziřadách během raných stádií nově založených plantáží na dřevo.</li><li>3. <i>Homegardens</i> „domácí zahrady“: víceetážové kombinace různých plodin a dřevin v bezprostřední blízkosti obydlí.</li><li>4. <i>Plantation crop combination (multipurpose trees on crop lands)</i> „kombinace plodin a dřevin; dřeviny na zemědělských pozemcích“: různé kombinace dřevin a zemědělských plodin v různém způsobu smíšení</li><li>5. <i>Alley cropping or hedgerow intercropping</i> „pěstování plodin a dřevin v pásovém smíšení“: řadové pěstování dřevin v rámci nebo okolí zemědělského pozemku.</li><li>6. <i>Fuelwood production</i> „pěstování dřevin na palivo“: v okolí farem-funkční dřeviny na zemědělské půdě“:</li></ol>
<b><i>Silvopastoral systems</i> „Patevně – lesnické“ systémy (dřeviny+pastva nebo zvířata)</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>7. <i>Trees and shrubs on pasture</i> „dřeviny na pastvinách“: dřeviny rostoucí na pastvinách v různém systému rozptýlení.</li><li>8. <i>Protein bank</i> „nutriční banka“: produkce nutričně bohaté píce z dřevin rostoucích na farmách, často jako živé ploty.</li></ol>
<b><i>Agrosilvopastoral systems</i> „Zemědělsko–patevně–lesnické“ systémy (dřeviny+plodiny+pastva)</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>9. <i>Homegardens involving animals</i> „domácí zahrady se zvířaty“: princip domácích zahrad obohacený o živočišnou složku.</li><li>10. <i>Multifunction woody hedgerow</i> „vícefunkční živé ploty: dřeviny na zemědělských pozemcích rostoucí jako živé ploty s funkcí především protierozní a současně jako zdroj píce nebo úkryt pro zvířata.</li></ol>
<b><i>Others systems</i> „Ostatní systémy“ (dřeviny aj.)</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>11. <i>Apiculture with tress</i> „apikultury“: systémy produkující med</li><li>12. <i>Agaforostry</i> „systémy pracující s dřevinami a rybami“: dřeviny podél rybníků, dřeviny pěstované pro produkci listů jako píce pro ryby</li><li>13. <i>Others</i> „Ostatní“: různé důvody k pěstování dřevin na farmách</li></ol>

---

Pro podmínky temperátní zóny tj. Evropu, severní a část jižní Ameriky, jižní Austrálii, Nový Zéland a omezeně i části Číny, příp. Indie bylo vylišeno těchto pět základních praktik:

- a) *temperate windbreaks*: „větrolamy“;
- b) *alley cropping*: „pěstování stromů a plodin v řadách“;
- c) *forest farming*: „lesní farmy“;
- d) *riparian buffers*: „břehové porosty“;
- e) *silvopasture*: „lesní pastviny“.

Vzhledem k odlišné tradici i podmínkám je vymezení agrolesnických praktik pro prostředí Evropy odlišné (tab. 3.4). Od původního temperátní klasifikace se Evropská modifikace liší vymezením „*improved fallow*“ a „*multipurpose trees*“. Praktiky označené „*temperate windbreaks*“ lze v Evropském kontextu zařadit buď k „*silvoarable agroforestry*“ nebo „*multipurpose trees*“. Pojmy „*alley cropping*“ a „*silvoarable agroforestry*“ lze chápat jako synonyma.

Tab. 3.4. Základní agrolesnické praktiky pro Evropu (převzato upraveno Riguerio-Rodríguez et al. 2009).

Praktika	Stručná charakteristika
<i>Silvoarable agroforestry</i> „Dřeviny na zemědělské půdě“	Souběžné pěstování dřevin spolu s jednoletými nebo víceletými plodinami na zemědělské půdě. Dřeviny jsou rozmístěny tak, aby umožnily průjezdnost mechanizace, a to buď v řadách, nebo řídce rozptýleně po celé ploše, případně zemědělský pozemek lemují.
<i>Multipurpose trees</i> „Víceúčelové dřeviny“	Podobné předešlému systému. Především se jedná o ovocné dřeviny rozmístěné systematicky po ploše, na nichž se pěstuje především píče pro dobytek. V Evropských zemích často pojmenované místními názvy „ <i>Streuobst</i> “ v Německu, „ <i>prés vergers</i> “ ve Francii, nebo „ <i>orchards</i> “ ve Velké Británii.
<i>Forest farming</i> „Lesní farmy“	Lesní porosty, kde se kromě tradičního lesnictví praktikuje přidružená výroba jako např. sběr léčivých bylin, hub, korku, okrasných produktů (chvojí), ale i lov zvěře.
<i>Riparian buffer strips</i> „Břehové porosty“	Úzké porosty dřevin oddělující zemědělskou půdu od vodních toků. Porosty s vysokým potenciálem jak ekologickým, tak ekonomickým.
<i>Improved fallow</i> „Úhor“	Paralela s prvotním zemědělstvím. Systém praktikovaný ještě donedávna na méně úrodných půdách v západní Evropě. Po několikaletém pěstování zemědělských plodin byla na plochu vyseta bobovitá dřevina s funkcí zlepšit půdní úrodnost, ale i s potenciálem pro produkci dřeva nebo píče. Po 10 – 20 leté rotaci následovalo opět pěstování obilovin.
<i>Silvopasture</i> „Lesní pastviny, resp. pastva v porostech dřevin“	Kombinace dřevin s produkcí píče nebo pastvou dobytka (zvířat). Praktika zahrnuje škálu přístupů od extrému pastvy divokých zvířat v především lesní krajině až po pastvu především domácího zvířectva, v krajině porostlé stromy pouze řídce.

## 5. Agrolesnictví v historických souvislostech

Historie agrolesnictví je bezpodmínečně spjata jednak se zelenými rostlinami, jednak s působením člověka v krajině - zacházením člověka s přírodou (Sádlo a kol. 2005). Kromě základních informací s všeobecnou platností je pozornost v pozdější části textu zaměřena především na území střední Evropy a ČR.

### a) Počátky života člověka na Zemi

Stáří planety Země je asi 4,5 mld. let. První primitivní formy života se na Zemi objevují před 4,0 (3,2) mld. let a fotosyntetizující mikroorganismy před 2,5 – 0,6 mld. let. Nejstarší suchozemské rostliny se na Zemi vyskytují před 425 mil. let, první lesní (nahosemenné) dřeviny před 350 mil. let a stáří travních (stepní) společenstev člověka je uváděno kolem 25 mil. let.

Výskyt prvních primátů na planetě je datován někdy před 65 – 53 mil. let. Zatímco opice se objevují v lesních porostech již před 30 mil. let, linie prvních *homidů* se objevuje po vzniku stepi před 15 – 10 mil. let. První *homide* se na zemi objevují před 7,5 – 5,0 mil. let. První použití kamenných nástrojů se datuje za éry *Homo habilis* před 2 mil. let někde na okraji lesů v Africe, k prvnímu použití člověkem (*H. ergaster* a *erectus*) dochází někdy před 2,0 – 1,4 mil. let. Moderní člověk s rozvinutým abstraktním myšlením se objevuje před cca 150 tis. lety. Je to především rozvinuté abstraktní myšlení projevující se např. pohřbíváním zemřelých s artefakty, co člověka vyčleňuje z přírody a vede ke vzniku *kulturního člověka*.

### b) Lovecká společnost a předkulturní krajina

Moderní člověk se objevuje v poslední fázi čtvrtohor. Jedná se o období střídání dob ledových (glaciál) v délce asi 100 let a meziledových (interglaciál) trvajících kolem 20 let. Zatímco v teplejších obdobích žije člověk spíše usedlým způsobem života, v glaciálech se stává nomádem putujícím za potravou. Tu tvoří především divoká zvěř, na níž jsou tehdejší lidé bezprostředně závislí. Vzniká tzv. „*lovecká společnost*“. Nicméně kromě lovu dochází také prvním nepatrným změnám působením člověka v krajině – sběr dřeva na oheň, sběr a šíření semen. Člověk je však stále součástí přírody, změny, které působí, jsou spíše náhodné a krátkodobé. Udržitelnost z hlediska dnešní perspektivy je zajištěna nízkou populační hustotou člověka.

K důležité změně dochází na konci poslední doby ledové, tedy asi před 10 tis. lety. S oteplením se v krajině šíří les, ustupuje lesostepní krajina a dochází k přesunům a vymírání řady zvířat, především velkých savců. Člověk je nucen se novému prostředí přizpůsobit, z lovce se stává spíše sběrač. V období nazvaném mezolit dochází k výrazným zásahům člověka do krajiny. Pro usnadnění lovu dochází k rozsáhlému vypalování lesů, vzniku mýtin, sběru bobulovin, první záměrné kultivaci plodin, rybolovu, využívání nástrojů k likvidaci lesů i k stavbám drobných přístřešků apod. Vzniká „*předkulturní krajina*“, krajina ani čistě přírodní, ani kulturní. Od přírodní ji odlišují rozsáhlé zásahy a přeměnění člověkem, od krajiny kulturní, kvalita změny. Člověk v této etapě „*krajinu sice mění, ale nekultivuje ji*“ (Sádlo 2005).

### c) Ranné zemědělství – neolitizace krajiny

Počátky zemědělství – neolitu se datují kolem 12 000 – 5 000 let př. n. l., a to souběžně v různých částech Země. Jednalo se o postupný proces, který započal domestikací a chovem divokých zvířat (ovce, koza, hovězí dobytek), na který navazoval sběr a kultivace planě rostoucích rostlin (pšenice, fazole, rýže, hrách apod.). Důvody vzniku zemědělství nejsou doposud jasně vysvětleny. Přes řadu výhod, např. asi 10×větší úživnost z jednotky plochy, přinášelo zemědělství i značná rizika a především v počátcích byly raně zemědělské společnosti značně závislé také na lovu.

V celosvětovém měřítku je rozvoj zemědělství spojen se vzestupem a pádem celé řady raných civilizací – Mezopotánie, Kréty, Mykény apod. Po prvotním osídlení neúrodnějších oblastí, zavedení zemědělské výroby a s tím spojeného usedlého způsobu života, následuje expanze doprovázená rostoucími požadavky a tlakem na přírodní zdroje, především na les (palivo, metalurgie kovu, stavba lodí) a následně dochází k úpadku. Ten je doprovázen nedostatkem přírodních zdrojů, erozí a degradací půd. Následuje atak nových kmenů a zhroucení civilizací (Sands 2005).

Do Evropy se zemědělství šíří kolem 7,500 let př. n. l. z oblasti úrodného púlměsíce, tedy malé Asie. Proces „*neolitizace*“ ve střední Evropě nastává až kolem 5,500 let př. n. l. a měl pravděpodobně podobu asimilace původního mezolitického obyvatelstva s nově přichozími kmeny včetně jejich poznatků. Prvotní rostlinná výroba je spojována s žárovým zemědělstvím, které spočívalo ve výsevu plodin do vrstvy popela po vypáleném porostu. Procesu vypalování předcházelo odstranění lýka a uschnutí dřevin nastojato. Po jedné až dvou bohatých úrodách následovalo opuštění kultivované plochy a přesun na novou. Předpokládá se, že cca po 30-40 letech mohlo docházet k návratu na již jednou opuštěná místa. Kromě *žárového* zemědělství byla v počátcích častá pastva dobytka, ale i malá políčka kultivovaná rádlím. Vlastní rozvoj orby a stabilnějších osévaných ploch však nastává až později – v období eneolitu tedy kolem 4,3 – 2,300 let př. n. l. S orbou a využitím tažné síly dobytka je spojováno zavedení tzv. *travo-polního přílohového systému*. Po 2-3 letech orby a pěstování plodin je plocha využívána jako pastvina. Pro umístění a výživu dobytka sehrával významnou roli již od počátku formovaný okolní les, který bezprostředně navazoval na kultivované části - vznikají tzv. sídelní areály (obydlí, pole, opuštěná pole, pastevní les, les s postupným poklesem ovlivnění člověkem). Pastevní les sloužil nejen k ustájení a pastvě dobytka, ale sloužil také jako místo sběru paliva a letniny nezbytné pro výživu dobytka. Krajiny prvních zemědělců ve střední Evropě lze tak vnímat jako prostupující a měnící se mozaiku lesa a bezlesí. Osídleny jsou především neúrodnější části kolem velkých řek, zatímco vyšší polohy jsou osidlovány minimálně. K jejich dočasnému osídlení dochází až s dalším rozvojem civilizace především v oblasti výroby bronzu a později i železa. Výroba železa (kosa a srp) je např. u Keltů s rozsáhlým lučním hospodářstvím, z něhož je 20×větší úživnost než z lesa. Vzhled krajiny prvních zemědělců zůstává na území střední Evropy podobný až do počátku středověku. Mění se však rozsah zkulturnění krajiny, který ovlivňují jak postupné změny v klimatu, tak s tím související změny v přírodních procesech (změny dřevin, eroze) a především rozsah a druh kultury (Keltové, Germáni, Slované). Zatímco v dobách méně příznivých dochází často k ústupu civilizace a druhotnému šíření lesa, v příhodnějších obdobích je osídlená větší část území.

Např. v době rozmachu keltského etnika (asi 300 let př. n. l.) na našem území se uvádí osídlení až 2/3 území a odlesnění kolem 25 %.

Pro pravěkou krajinu je tak typický krajinný management kdy na jednom pozemku se pracuje jak se zemědělskými plodinami nebo zvířaty tak s dřevinami, resp. lesem. Bezprostřednost je umocněna častým střídáním a prolínáním lesa s bezlesím. Lze tak hovořit o prvotním managementu krajiny spojující jak prvky zemědělství, tak lesnictví (pařezinové hospodářství, podpora některých druhů dřevin, letninový management).

#### **d) středověká kolonizace**

Středověk lze z hlediska krajinného managementu rozdělit na dvě základní fáze. První raná fáze je zahájena dobou stěhování národů a končí přelomem tisíciletí. Po příchodu nového Slovanského etnika dochází k rozvoji primitivního zemědělství, jehož podoba se příliš neodlišuje od předešlého raně zemědělského stádia. Osidlovány jsou především nížinné oblasti kolem velkých řek, případně primární i sekundární bezlesí. Rozvíjen je tradiční trávo-polní (dvojpole) systém. Pěstována je především pšenice, příp. ječmen, chován je hovězí dobytek, prasata i drůbež. Lesy v okolí sídlišť jsou využívány na pastvu, letninový management a jako zdroj paliva a stavebního dříví. Postupně dochází k rozvoji a diferenciaci ve společnosti (feudální zřízení) a vzniku soukromého vlastnictví. Budovány jsou rozsáhlejší sídelní areály, resp. hradiště.

S přelomem tisíciletí dochází k akceleraci započatých změn jak ve společnosti, tak v krajině. Půda se stává předmětem soukromého vlastnictví. Dochází ke vzniku „*intenzivně a totálně využívané silně mozaikovitě pastevně agrární krajiny parkového rázu*“ (Sádlo a kol. 2005). Prvotní příčinou bylo pravděpodobně klimaticky, resp. teplotně příznivé období středověkého optima (kolem 900 – 1194 n. l.). Postupně dochází k osidlování i hůře přístupných a horských oblastí (vnitřní a vnější kolonizace). Na kolonizaci má kromě panovníka výrazný vliv také církve. Rostoucí počet obyvatel je doprovázen dalším odlesňováním a postupně se zvyšuje podíl bezlesí na úkor lesa. Krize z nedostatku je řešena za pochodu intenzivnějším využíváním zdrojů. *Dvojpole* zemědělský systém je nahrazen *trojpolem*, v němž je jen jedna třetina ponechána ladem. Náročnější pšenice je zaměňována za méně náročné žito. I přes postupný rozvoj ustájení dobytka, rozdělení luk a pastvin je stále rozšířena pastva v lesních porostech. Lesy jsou intenzivně využívány také v horských oblastech, kde dochází k rozvoji těžby a zpracování nerostných surovin. Kromě dřeva je lesní půda využívána i k zemědělské činnosti. Běžná je toulavá seč v odlehlejších oblastech a pařezinové hospodářství v nižších polohách.

Počátky ochrany lesů jsou spojeny s hraničními lesy případně lesy vyčleněnými pro lov panovníka. Zcela výjimečně lze nalézt zprávy o prvním zákazu pastvy nebo ponechávání výstavku (Nožička 1957). Rozsáhlé odlesnění mění tvářnost, ale i klima krajiny a často dochází k rozsáhlým erozně akumulacím jevům (mj. vznik rozsáhlých lužních lesů).

Středověkou krajinu lze charakterizovat sice jako strukturovanou s rozdělením na lesní a nelesní, hranice však není ani ostrá, ani neměnná. Kulturní les slouží jak k produkci dřeva, tak pro pastvu a



ostatní produkty. Proces zkulturnění krajiny není kontinuální a po válkách a hladomorech dochází k opětovnému druhotnému šíření lesa na úkor bezlesí. Nicméně celkově dochází v tomto období k plné *realizaci kulturní krajiny* a k přehození podílu lesa a bezlesí.

### e) Barokní krajina

Významný fenomén, především v prostředí České republiky zaujímá barokní krajina. Ta se začíná formovat na počátku století sedmnáctého a dosahuje vrcholu na konci století osmnáctého. Inicivace barokní krajiny je podmíněna politicko-spoločenskými změnami pobělohorského období, resp. dobou po 30leté válce. Po pustošivých událostech v průběhu 30. leté války, vylidnění a zarůstání krajiny musí dojít k radikální změně a obnově. Dochází k rozsáhlým změnám ve vlastnictví pozemků, scelování majetků a vzniku feudálního velkostatku. Podřízenost podaných a omezení svobod je umocňováno nadvládou katolické církve. K uvolnění svobod dochází až v závěru 18. století zrušením nevolnictví, po kterém následuje zrušení roboty v polovině 19. století.

Barokní krajina je rozdělena striktně na pole (orná půda), pastviny, louky a lesy. Pole jsou systematicky rozdělena na dvě pásma: oplocený záhumenek, kde se pěstovala zelenina a od obydlí vzdálenější části, na nichž dochází k pravidelnému střídání v systému *trojpolního hospodářství*: úhor, ozim, jař. Jako ozim je pěstována především pšenice (v méně úrodných oblastech žito) po níž následuje ječmen (po žitu oves). Na úhorech, stejně jako na strništích, je běžná pastva dobytka, vepřů, ale i ovcí a koz. Pro barokní krajinu je typický právě chov ovcí a koz spojený s intenzivním využitím krajiny, stejně jako počátky meliorací a úbytek rybníků pracně budovaných v období středověku. Celkově je přes značnou intenzitu využití tento zemědělský systém pouze málo produktivní. Ke změnám a oživení dochází až v samém závěru baroka a je spojeno zavedením *střídavého* hospodářství. Rozvoj zemědělství na konci baroka podnítil také rozvoj výzkumu v zemědělské technice, především pak zavedení ruchacla.

Lesy jsou v období baroka pod silným antropogenním tlakem a dochází k největšímu odlesnění. S rozvojem drobného průmyslu dochází k nárůstu potřeb po palivovém dříví, jehož začíná být lokální nedostatek. V lesích se pase dobytek, běžné je polaření a travaření. Rostoucí nedostatek dřeva vede k vydávání prvních nařízení na ochranu lesa, případně na jeho obnovu (ponechávání výstavků). Progresivní jsou v tomto ohledu císařské patenty z roku 1754, kde se mj. uvádí: úplný zákaz pastvy koz, zákaz pastvy v mladých porostech dokud stromky nedorostou do výše, při které již nebudou moci okusovat jejich vrcholky, zákaz hrabání mechu, povinnost starat se o zalesnění holin (Nožička 1957). Nicméně dodržování těchto nařízení bylo velmi zřídka. V druhé polovině 18. století je barokní krajina dokončena a pod vlivem merkantilismu, tj. státem řízeného hospodářství, dochází k postupnému přechodu do fáze následující.

### f) Antropocén

Zásadní změna ve způsobu zacházení s přírodou nastává na přelomu století 17. a 18. a trvá dodnes. Člověk se stává novou geologickou silou, svou činností výrazně zasahuje do cyklu prvků, pozměňuje charakter souše a ovlivňuje klima planety (Semotanová 2007). Počátek období je mj. spojován

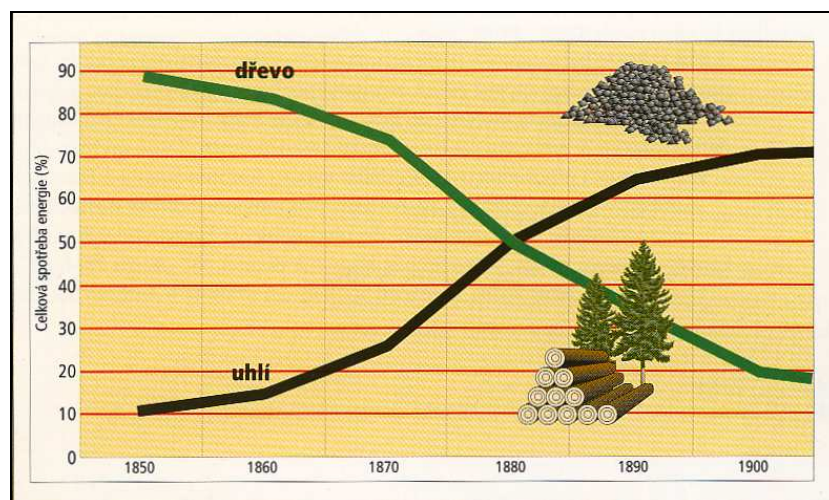
s emancipací člověka (francouzská revoluce), ale i stěhováním do měst (třetí městská revoluce) a především s masivním využíváním neobnovitelné suroviny – uhlí. Pro potřeby textu je antropocén s akcentem na vývoj v ČR, rozdělen do třech základních etap:

- do r. 1918

Vývoj v zemědělství ovlivňuje celková sociální situace. Zrušení nevolnictví a později roboty vede k zavádění kapitalistického systému. Ten je umocněn zaváděním mechanizace (secí stroj 1774-8, ruchadlo 1827, traktor 1901) a chemizace (chilský ledek, Thomasova moučka 70. léta 19. st.). Dochází k rozvoji potravinářského průmyslu (cukrovary, mlýny, pivovary). Používání minerálních hnojiv a nových plodin (jetel, okopaniny) vede k záměně trojpolního za *střídavý systém*, při kterém jsou na jednom pozemku pravidelně střídány plodiny s odlišnými nároky. Nejčastější je tzv. čtyřhonný-norfolkský systém, při němž se střídají: okopanina-jař (obilnina)-jetelovina-ozim (obilnina), což vede ke zvyšování výnosů (Beranová Kubáček 2010). Pěstování jetele a větší specializace vede k rozvoji stájovému chovu dobytka. Výměra zemědělské půdy je konsolidovaná, změny jsou pouze ve způsobu využívání.

Zavedení uhlí jako náhrady za dřevo, vede k snižování tlaku na lesy. Nicméně nadále především v nižších polohách zůstává nejběžnější způsob obhospodařování lesů pařezinové hospodářství s prodlužujícím se obmýtím. Dochází k intenzivní obnově lesů, v počátku sítí později výsadbou. Změna ve využívání dřeva (podíl užitkového dříví v r. 1847 10 %, v r. 1910 55 – 69%), ale i snadná obnova vedou k zavádění borovice a později smrku. Řízená obnova lesa často vychází ze zemědělských principů a přes hlasy osvícených lesníků dochází k zavádění stejnověkových monokultur. Rozvíjeny jsou teorie čistého výnosu z půdy a normálního lesa. Progresivní lesní zákon z r. 1852 uděluje povinnost zalesnit holiny do 5 let od jejich vzniku, zakazuje přeměny lesní půdy na jinou bez úředního povolení a výrazně omezuje pastvu v lesních porostech. Především při zalesňování holin je hojně doporučováno a praktikováno polaření (Nožička 1957).

Obr. 4.1. Náhrada dřeva uhlím měla v průběhu 19. století vliv na podobu a přístup k lesu (převzato – Semotanová a kol. 2007).



#### - 1918 – 1945 (8)

V následující etapě dochází po krátké epizodě extenzivního hospodaření v průběhu první světové války k pokračování výše uvedeného trendu separace a specializace lesní a zemědělské výroby v podmínkách nově se utvářející Československé republiky.

Zemědělská činnost je více provázaná s potravinářským průmyslem a v rámci začlenění do mezinárodního obchodu dochází k specializaci na technické plodiny, u nichž lze v našich poměrech dosáhnout nejlepších výnosů. Byla to především cukrová řepa, ječmen a chmel. Živočišná výroba je provázána s rostlinou.

V lesnictví pokračuje plánovitě holosečné hospodaření, podpořené teorií normálního lesa. Přes pokračující rozmach zavádění jehličnanů, především smrku a borovice, se stále častěji ozývají hlasy proti nim, ale i první pokusy jejich přestaveb. V r. 1922 rozvíjí Müller „Dauerwald“ les neustále tvořivý, který u nás prosazuje A. Tichý. Především v lužních lesích a na písčitých půdách je nadále praktikováno polaření. Vlivem specializace zemědělství dochází k útlumu pastvy v lesních porostech.

#### - 1945 (8) – 1989

Po druhé světové válce resp. po r. 1948 dochází k výrazným společenským změnám, které podstatně ovlivnily zemědělskou výrobu, venkov ale i celkovou krajinu. Dochází k socializaci a ke kolektivizaci. Likvidace soukromého vlastnictví a „sovětská cesta velkých lánů“ vedla k scelování pozemků a likvidaci rozptýlené zeleně. Zatímco v r. 1948 byla průměrná velikost zemědělského pozemku 23 arů, v roce 1990 to bylo 20 ha (Semotanová a kol. 2007). Zemědělství bylo postaveno samozásobitelství. Dochází k intenzivnímu využití mechanizačních prostředků a chemizaci. To se sice projevilo na výnosech a produktivitě práce, nicméně za cenu vysokých nákladů ale i dopadů na životním prostředí. Zatímco v r. 1948 byla průměrná spotřeba hnojiv 18,4 kg/ha, v r. 1978 to bylo 253,6 kg/ha, produktivita práce v roce r. 1948, měřeno v počtu osob připadajícího na jednoho zemědělce, činila 5,5 osob a v roce 1978 to bylo 17 osob (Beranová Kubáček 2010).

Po krátké epizodě v 60. letech (zákon č. 166/1960 o lesích), kdy se rozvíjí podrostní hospodářství a je brán ohled i na ekologické souvislosti lesního hospodaření, dochází v polovině 70. let k opětovnému příklonu k holosečnému hospodářskému způsobu (zákon č. 61/1977 Sb. a zákon č. 96/1977 Sb.). Pěstování lesů je podřízeno národnímu hospodářství a dřevozpracujícímu průmyslu. Negativně se na lesnictví projevuje rozsáhlá imisní katastrofa. Od poloviny 20. století (zákon č. 166/1960 Sb. o lesích) je v lesích ČR definitivně zakázána pastva.

#### **g) Současná krajina a hospodářský management**

Způsob nakládání s přírodou je po roce 1989 podobně jako v předešlých obdobích ovlivňován celospolečenskými poměry. Na zemědělskou stejně jako lesní výrobu má vliv postupné navrácení majetku, tržní prostředí a posléze i integrace do evropských struktur. V zemědělství po krátké epizodě na počátku 90. let pokračuje proces intenzifikace a orientace na tržní komodity. Dochází k volnému střídání plodin, odklonu od osevních postupů a vysoké energetické náročnosti výroby. Převažují rozsáhle monokultury obilnin a olejnin, naopak na ústupu jsou okopaniny, pícniny a s tím

spojená živočišná výroba. Výsledkem je pokračující snižování obsahu organické hmoty v půdách, ale i vodní a větrná eroze. Přes pokračující nepříznivé trendy se objevují i udržitelné přístupy případně systémy ekologického zemědělství.

Podobně jako zemědělství je i lesnictví ovlivněno výše uvedenými trendy, k nimž navíc přistupují fenomény chřadnutí dřevin. Přes převažující umělou obnovu a holosečné hospodářství se stále více rozvíjí jemnější formy tzv. „přírodě bližšího hospodaření“, jehož základním rysem je kromě návratu k původní, resp. stanovištně vhodným dřevinám také omezení holin. Patrné jsou v zájmu ochrany přírody snahy o ponechávání stále většího množství lesních porostů v bezzásahovém režimu. Nejen s ohledem na biodiverzitu, ale i jako alternativa pro drobné vlastníky je resuscitován střední a nízký les.

Strukturalizovaná kulturní krajina s typickým rozdělením na les a zemědělskou půdu zcela bez stromů je z hlediska historického vývoje spíše výjimkou než pravidlem. To platí nejen pro Českou republiku, kde je toto rozdělení vzhledem k přírodním podmínkám zcela výjimečné, a to především z důvodu specifického vývoje ve vlastnictví půdy. Zavádění stromů do krajiny přitom může přispět k řešení ekologických, ale i environmetálních a sociálních problémů spojených se současnou intenzifikací zemědělské výroby.

## 6. Hodnocení agrolesnictví - výhody a nevýhody agrolesnických systémů

Celkově je za největší nevýhodu agrolesnických systémů v porovnání s tradičním zemědělstvím, případně lesnictvím, považováno nižší uplatnění mechanizace a vyšší náročnost na lidskou práci (Sands 2005). Diskutabilní je vzájemná interakce dřevin a plodin, která může podobně jako vyšší náročnost systému na lidskou práci, být pozitivem systémů. Nevýhody v produkčních ukazatelích agrolesnických systémů přitom mohou být vyvažovány řadou dalších neprodukčních ukazatelů, které jsou zahrnuty pod udržitelností a adaptabilitou systémů (Neir, Ramachadran 1993).

Porovnání agrolesnických systémů s tradičními systémy je značně obtížné a konkrétních výsledků je jen málo. Východiskem takových srovnání jsou shodné přírodní podmínky. Problémové je dále hodnocení produkce u odlišných produktů (dřevo, plodina), stejně jako doba hodnocení. Kromě celé řady environmentálních výhod (viz následující kapitola) lze jako základní výhodu agrolesnických přístupů vidět diverzifikaci produktů a eliminaci rizik.

### a) Produkční a ekonomická kritéria

Nejnámějším produkčním ukazatelem používaným v agrolesnictví je LER – *land equivalent ratio*. LER vyjadřuje plochu monokultur potřebnou k dosažení té stejné produkce jako u agrolesnického systému. Hodnota LER je tak součtem relativních ploch – RA (*relative area*) pro dřevinu a plodinu. Z praktického hlediska je rozlišován LER pro biomasu (*LER - biomass*) a pro komerční produkty (*LER - products*) (Borrell at all. 2005). Příklad výpočtu hodnoty LER je následující (Neir, Ramachadran 1993): produkce kukuřice na ha je 4 tuny a leucaeny 10 tun jsou-li tyto plodiny pěstovány jako monokultury; v agrolesnickém souběžném pěstování byla zjištěna produkce 3.2 t kukuřice a 4 tuny leucaeny; hodnoty LER je:  $3.2/4.0 + 4.0/10 = 1.2$ .

Uplatnění dalších produkčních ukazatelů jako je např. HI – Harvest index (ekonomická/biologická produktivita), nebývá pro agrolesnické systémy příliš směrodatné. Lze je však použít v kombinaci s ostatními parametry.

Tab. 6.1. Překlady LER z agrolesnických systémů v Indii – převzato upraveno Lojka 2005.

Specifikace systému	LER		
	plodina	dřevina	Celkem
Leucéna-pšenice-rýže	0,81	0,52	1,33
Leucéna-koriandr	0,83	1,22	2,05
Leucéna-rýže-mungo fazole	0,81	0,68	1,49
Leucéna-podzemnice olejná	0,47	0,7	1,17
Leucéna-proso	0,41	0,96	1,37
Piegon hrách-podzemnice olejná	0,64	0,97	1,61

K vyjádření produkčních hledisek lze rovněž využít ekonomické ukazatele, resp. porovnat celkové dlouhodobé výnosy a náklady jednotlivých systémů. Omezenost tohoto hodnocení je v nezapočítání externalit, resp. dopadů na životní prostředí a nastavení dotačních titulů.

## **b) Kritéria udržitelnosti**

Udržitelnost a jeho kritéria patří k dlouhodobě diskutovaným tématům, a to nejen u systémů hospodařících bezprostředně s přírodou. Obecně je udržitelnost resp. trvale udržitelný rozvoj takový, „*který naplňuje potřeby přítomných generací, aniž by ohrozil schopnost naplňovat je i generacím budoucím*“ (např. Šarapatka a kol. 2010). Základní kritérium udržitelnosti v zemědělství, lesnictví, ale i agrolesnictví je to, jak tyto systémy přistupují ke zdrojům, a to především k půdě. Z dalších kritérií jsou to především hlediska sociokulturní a socioekonomická. I přes snahy definovat kritéria udržitelnosti nejsou empirické údaje dostupné a o udržitelnosti systému rozhodujeme často subjektivně.

## **c) Kritéria adaptability**

Podobně jako v případě udržitelnosti tak i u adaptability systémů není doposud jednoznačná stupnice, podle níž by se daly jednotlivé systémy porovnat. Nicméně o adaptabilitě agrolesnických systémů svědčí jejich schopnost přežívat staletí. Pokusné sledování kritérií adaptability naznačilo potřebu dlouhodobého monitoringu farem (Neir, Ramachadran 1993).

# **7. Východiska rozvoje agrolesnictví**

## **d) Globální východiska**

Agrolesnictví lze řadit k dlouhodobě udržitelným konceptům poskytujícím jak dlouhodobé (enivrometální), tak krátkodobé (produkční, ekonomické) užitky, a to jednak z oblasti lesního, jednak zemědělského hospodaření.

Cíle obou těchto hospodářských odvětví, jsou sice odlišné region od regionu a vyspělosti konkrétní společnosti, nicméně globální východiska jsou často společná. K nim patří:

- Zabezpečit dostupnost potravinových zdrojů pro rostoucí obyvatelstvo;
- Otázka budoucího využití obnovitelných a neobnovitelných zdrojů energie;
- Zamezení snižování biodiversity, půdní úrodnosti a ochrana vodních zdrojů.

Zatímco v rozvojových zemích je nedostatek potravinových zdrojů řešen především na úkor primárních lesů a v mnohém se podobá situaci v Evropě na přelomu 18. a 19. století, v rozvinutých zemích vedla industrializace zemědělství k nadprodukcí a často striktnímu oddělení porostů dřevin a zemědělské půdy. Kromě vysokých výnosů má tato petrochemická (Natr 2001) forma zemědělství řadu negativ. V první řadě je to závislost na neobnovitelných zdrojích energie (hnojiva, pesticidy). Dále jsou s intenzivním zemědělstvím a monokulturami spojené negativní dopady na přírodu – snižování půdní úrodnosti, pokles biodiversity, eroze a v neposlední řadě problémy v oblasti sociální (snížení zaměstnanosti, vylidněnost venkovské krajiny). Přenesení intenzivních forem zemědělství do oblasti rozvojových zemí lze přitom vzhledem k energetické náročnosti, ale i odlišnosti ve

vlastnostech půd a klimatu v tropech a temperátní oblasti považovat za ne příliš reálné. Jednak je problematická samotná vysoká spotřeba neobnovitelných zdrojů, jednak při intenzivním zemědělství ať již formou pastvin pro dobytek nebo ploch k pěstování plodin dochází v těchto oblastech k rychlé degradaci půd, což vede k jejich následnému opuštění a kácení nových pralesů (Sands 2005).

V řadě tropických oblastí jsou přitom agrolesnické přístupy často jedinou trvale udržitelnou formou produkčního hospodaření v krajině. Naproti tomu v rozvinutých zemích je moderní agrolesnictví často jen tzv. „hobby“ přístupem. Důvodem je kromě nízkého povědomí o agrolesnických postupech u farmářů také nedostatečná podpora (dotace), bez nichž se dnes neobejde ani tradiční zemědělství.

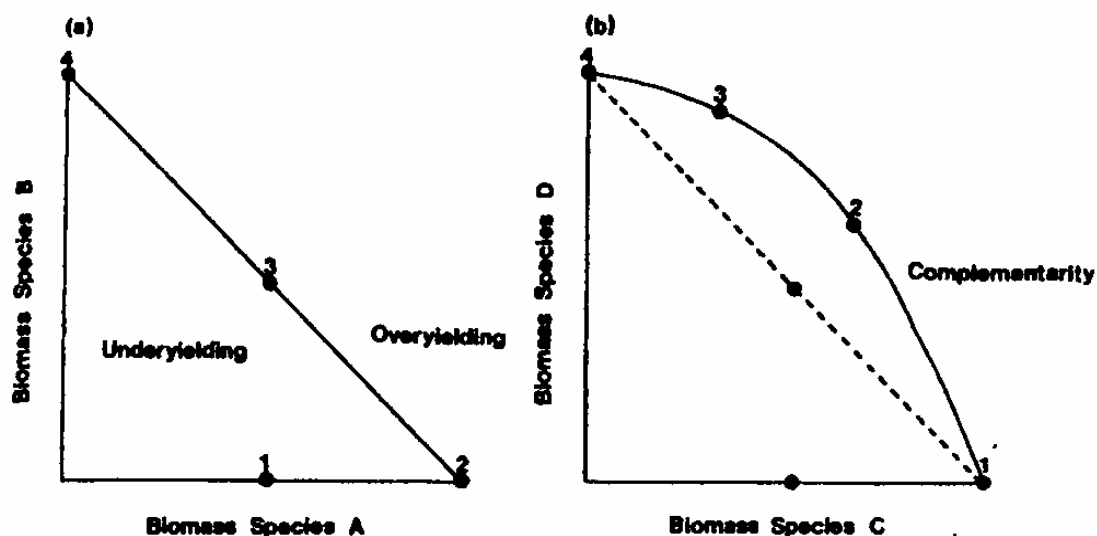
### e) Ekologicko-produkční východiska

Agrolesnické systémy patří k agro - nebo lesním (eko)-systémům, kde je produkce dána základními procesy fotosyntézy a jejichž fungování je řízeno člověkem (Šarapatka 2010).

Na rozdíl od běžných agrosystémů, příp. lesních ekosystémů (např. Šarapatka 2010, Míchal 1994) se kromě základních produkčních faktorů a vnitrodruhového spolupůsobení uplatňuje v případě agrolesnických systémů ještě spolupůsobení mezidruhové, tedy vzájemná interakce stromů a plodin nebo zvířat (Neir, Ramachadran 1993, Lojka 2006). V obecné rovině sice platí, že monokultury jsou vysoce produktivní a efektivní v případech že zdroje jsou v optimu, nicméně optimální podmínky nejsou pravidlem, případně jsou udržovány vysokými vklady energie. Úspěšnost agrolesnických systémů tak vychází buď z pozitivního vzájemného působení jednotlivých složek na celkovou produkci, nebo v celkově lepším využití zdrojů (světlo, živiny, voda). Kromě správné volby jednotlivých komponentů vzhledem k místním podmínkám rozhoduje o úspěchu také zvolený design a management.

Obecně jsou pro agrolesnictví vhodnější jako plodiny C4 rostliny, které snášejí vodní a teplotní stres a dokáží fungovat i při nižší radiaci. Z dřevin jsou kladně hodnoceny především hluboko kořenní druhy s krátkou dobou olistění, příp. vysokou propustností světla pod koruny.

Teoretický model spolupůsobení plodin a dřevin na celkovou produkci je znázorněn na obr. 7.1. Zatímco na obr. a) je zřejmé, že při nárůstu produkce jednoho druhu dojde k poklesu produkce u druhu druhého a nedochází tak ke zvýšení celkového výnosu, v případě obrázku b) dochází k pozitivním vazbám a zvýšení celkové produkce při pěstování dvou plodin.



#### f) Environmentálně - sociální východiska

Z environmentálních aspektů hovoří ve prospěch agrolesnictví jednak ty, které jsou spojeny s pozitivním vlivem dřevin na zemědělskou krajinu, jednak udržitelný krajinný management v tropech, vedoucí k omezení odlesňování k zemědělské produkci.

Dřeviny na zemědělské půdě mají pozitivní vliv při odnímání přebytečných živin, především dusíku a fosforu, z hnojení zemědělských plodin. Snižují tak eutrofizaci a znečištění povrchových a podzemních vod. Stejný účinek dřevin lze očekávat na intenzivně hnojených pastvinách. V půdě nebo podzemní vodě volné živiny naopak dokáží tyto dřeviny využít ke svému intenzivnějšímu růstu. Pásy dřevin v zemědělské krajině rovněž působí jako bariéra pro šíření škůdců, příp. plevelů, čímž jsou redukovány náklady na pesticidy. Pěstování dřevin na zemědělských půdách znamená rovněž vítaný příspěvek k poutání uhlíku, a to ať do nadzemní nebo podzemní biomasy. Významný vliv dřevin v převážně zemědělské krajině lze očekávat rovněž při snižování vodní a větrné eroze. Tou je v podmínkách Evropy ohroženo 17 % veškeré půdy, tedy kolem 27 mil. ha (Riguerio – Rodríguez et al. 2009).

Multifukční přístup znamená také pestrou škálu produktů, které mohou být využity jak pro lokální, tak globální trh. Vzniká tak diverzita produktů zvyšující tržní atraktivitu farem, s kterou je spojena také vyšší možnost zaměstnání v regionu. S agrolesnickými systémy souvisí rovněž možnost agroturistiky a rekreačního využití krajiny.



### III. Praktická část – příkladové studie

#### 8. Komunitní lesnictví – sociálně příznivé lesnictví

Komunitní lesnictví je rozvíjející se odvětví lesního hospodářství, kdy místní komunita hraje významnou roli v rozhodování o produktech z lesa. Zahrnuje účast a spolupráci různých zúčastněných stran, včetně veřejných, vládních i nevládních organizací. Míra zapojení každé z těchto skupin je závislá na konkrétním regionu či projektu. Koncept komunitního lesnictví získal podporu v 70. letech minulého století na půdě Organizace pro zemědělství a výživu OSN (FAO) a příklady lze nyní vidět v mnoha zemích světa.

FAO definuje komunitní lesnictví jako využívání lesních zdrojů takovým způsobem, kdy jsou do rozhodování přímo zapojeni obyvatelé daného regionu (FAO 1978).

##### a) Historie komunitního lesnictví

Komunitou spravovaný les je starým způsobem rozhodování o nakládání s přírodními zdroji, které do jisté míry existovalo na celé Zemi. V odlehlých oblastech planety Země (například v částech Indonésie nebo Papui Nové Guinei) se tento typ spravování a využívání lesa a lesních zdrojů zachoval dodnes. Na větší části Země však s postupnou centralizací moci nad územím, včetně lesnatých oblastí, ztrácely domácí komunity vliv na rozhodování se zdroji, které je obklopovaly. Nejdříve vlivem feudálních ambic lokálních vládců zčásti, poté vlivem koloniální správy až po dnešní stav globalizovaného světa, kdy rozhodování na mnoha místech převzaly kapitálově silné akciové společnosti, které k danému území nemají jiný než ekonomický vztah. Těžba dřeva a dalších surovin na prodej na mezinárodních trzích se stala hlavním motivem nákupu nebo pronajmutí lesní půdy.

Obr. 6.1. Komunitní les v Indočíně (UNDP 2012).



Poučný je případ Thajska v jihovýchodní Asii. V roce 1988 území zasáhly ničivé záplavy, které byly způsobeny rychlým vytěžením přírodních lesů horských oblastí. Oblasti přirozené akumulace vod změněné na kaučukovníkové plantáže nebo jen zbavené lesního krytu nezachytily monzunové přívaly srážek a valící se bahno a rozvodněné řeky usmrtily 359 lidí. Po této události a občanských protestech zakázala thajská vláda jako první vláda na světě těžbu všech přirozených lesů. Dřevo je nadále získáváno především z lesních plantáží. Thajské firmy byly tímto opatřením značně poškozeny a začaly dovážet dřevo z Indočíny. To jim bylo zkomplikováno koncem roku 1990, kdy vlády Kambodži a Vietnamu zakázaly vývoz nezpracovaného dřeva (Collins, Sayer, Whitmore et al. 1991), lesní hospodářství je tak nuceno využívat trvale „stabilní lesní hospodářství“.

Podobná neštěstí často provázená protesty občanské společnosti vedla k renesanci komunitní držby lesní půdy za podpory OSN, a to především od 90. let minulého století.

### **b) Lidé a jejich životní prostředí**

Komunitní lesnictví zahrnuje širokou škálu vazeb mezi lidmi, lesy a výrobky, které z lesů pocházejí. Komunity čerpají z okolních lesů část obživy přímo, další zdroje plynou z využívání lesních produktů v řemeslné a drobné komerční výrobě. Kromě zásobování dřevem lesy plní také půdoochranné a vodoochranné funkce (Arnold 2001).

Lesnictví a lesní hospodářství se více přizpůsobují potřebám a zájmům venkovských lidí, kteří v bezprostřední blízkosti lesa žijí. Od čistě produkční funkce se lesnictví ubírá k souladu se širší společenskou potřebou, která sahá od ochrany před povodněmi, přes půdoochrannou funkci až po nově se tvořící rekreační potenciál lesů. Klíčové pro takové změny je větší decentralizace a účast místních lidí v rozhodování o nakládání s lesními zdroji (Arnold 2001).

### **c) Organizace zapojení obyvatel do využívání lesních produktů**

Existuje řada způsobů organizace komunitních lesů se zapojením různých zájmových skupin, a to veřejnosti, státní správy, větších vlastníků a nevládních organizací.

Primární zájmové skupiny jsou následující:

- místní komunita;
- komunity žijící v blízkosti lesa;
- tradiční orgány;
- komunitní organizace (skupiny uživatelů atd.);
- zástupci státu (obecní úřady, vláda, ministerstva...);
- nevládní organizace (environmentální, sociální, lesnické);

- komerční organizace a zástupci průmyslu (např. dřevozpracující);
- další komerční organizace (nedřevní produkty z lesa - např. zvěř);
- organizace cestovního ruchu.

Zúčastněné strany zapojené do využívání přírodních zdrojů mají zájem na vytvoření udržitelných postupů využívání lesa, ať už se jedná o rozvoj nebo udržení stabilního pravidelného příjmu. Zároveň podporují využívání takovým způsobem, aby byly lesní zdroje dostatečně chráněny před degradací, ať již běžnou komerční činností nebo činnostmi nezákonnými (pytláctví, vjezdy automobilů, krádeže cenných dřev). Součástí využívání může být podpora cestovního ruchu (agroturistika a turistika do chráněných území). Komunitní vlastnění nebo správa lesních zdrojů se pro jejich udržitelné využívání jeví jako ideální a v řadě zemí vznikají nebo již existují zákony, které komunitní způsob nakládání s lesními zdroji legalizují.

Podle Arnolda (2001) je komunitní lesnictví:

- důležité pro trvale udržitelné využití venkovské krajiny, kde žije velké množství rodin třetího světa;
- filozofický závazek k občanské participaci, spolurozhodování, směřování k seburčení a demokratické správě;
- efektivní způsob využívání lesa s využitím tradičních dovedností, lepší motivace a zaměstnání místních komunit,
- způsob snížení nákladů státu na ochranu lesa a přírody.

Komunitní lesnictví může mít různé podoby s účastí rozmanité kombinace vlastníků, s rozmanitými způsoby řízení a organizace. Obvyklé je to, že vlastníci lesa získávají část příjmu či živobytí agrolesnickými postupy mimo lesní prostředí (Arnold 2001). Podle FAO (1985) je nerealistické předpokládat, že komunitní vlastnictví vykazuje nejefektivnější způsoby využití půdy, to však není jeho ambicí, spíše víceúčelové sociálně a ekologicky příznivé využití lesních produktů.

Výkonnost komunitně vlastněných lesů lze podle Arnolda (1987) zvýšit

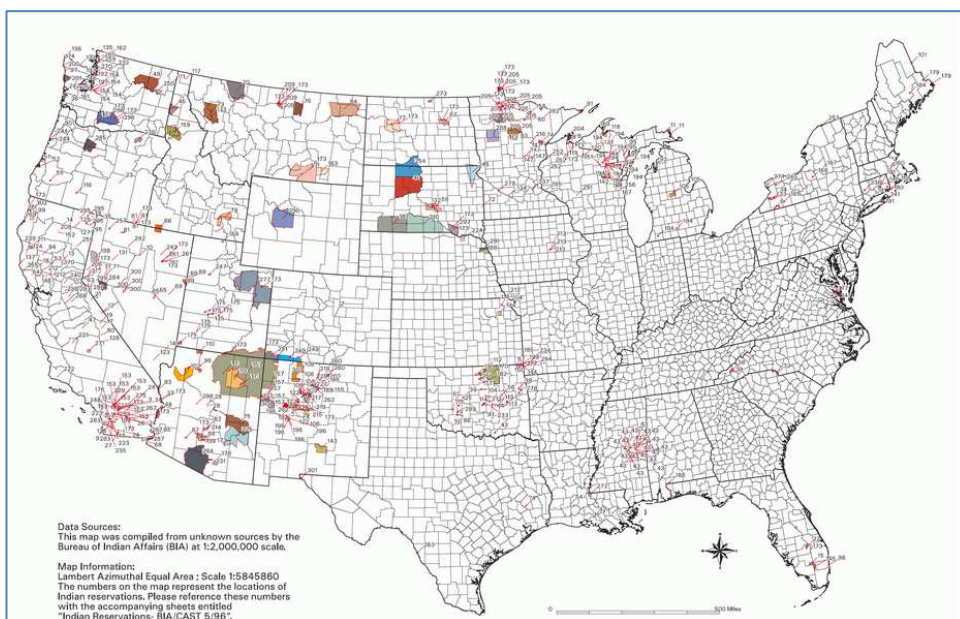
- spoluprací v pracovních skupinách, které mají společný zájem;
- jasným hospodářským plánem;
- vyvinutím takového systému hospodaření, který je pro komunitu vhodný a přijatelný.

#### d) Příklady komunitních lesů

Ještě stále existují na světě komunity, které žijí uprostřed téměř neporušených lesních ekosystémů, kde rodinné, klanové nebo vesnické vlastnění přírodních zdrojů převládá. Takovou zemí je například Papua Nová Guinea, kde pracují i čeští vědci z Jihočeské univerzity. Toto území bylo osídleno lidským rodem asi před 50 000 lety, ale cizinci bylo jen málo navštěvováno. Teprve v posledních 100 letech se kontakty mezi domorodci a návštěvníky z bohatých zemí zintenzivňují. I když tropický deštný prales vypadá neporušeně, i vzdálená Vysočina je rozparcelovaná a nějak využívaná jednotlivými domorodými kmeny. 95 – 97% území tohoto velkého ostrova je stále vlastněno domorodými komunitami, které zde loví a získávají další produkty z lesa. Poděkování vlastníkům pozemků neopominul zmínit biolog Vojtěch Novotný (2010), který vede výzkumný tým bádající v těžko přístupném novoguinejském pralese.

Jinde na světě již domorodí obyvatelé o své území přišli, mírovou (obchodní) nebo ozbrojenou cestou, někde i přes porážku tradiční držbu půdy znovu získali. Příkladem mohou být indiánské rezervace v severní a jižní Americe. Zajímavý je příklad 310 indiánských rezervací ve Spojených státech amerických (obr. 6.2). Na ploše 225 410 km<sup>2</sup> (2,3% území USA) získali pravomoci lokální samosprávy a rozhodují o tom, jak s přírodními zdroji naloží. Tak tomu je i v indiánské rezervaci Fort Apache v Arizoně, která vznikla již v roce 1891 a dnes zde o osudu 6 805 km<sup>2</sup> rozhoduje 12 000 potomků Apačů. Území Bílých hor (White mountain) je vyhledávanou loveckou i rekreační destinací, těží se tu dřevo i další lesní produkty tak, aby zůstaly hojné i pro další generace. Do této rezervace směřoval v roce 1998 re-introdukční program pro mexický poddruh vlka, který patří ke kriticky ohroženým druhům. Populace 11 vlků, kteří sem byli vysazeni, se rozrostla na 75 v roce 2012. Komunita potomků Apačů tak přispěla k záchraně vlka, který je provázel v dlouhé historii společného života na jihu dnešních Spojených států amerických.

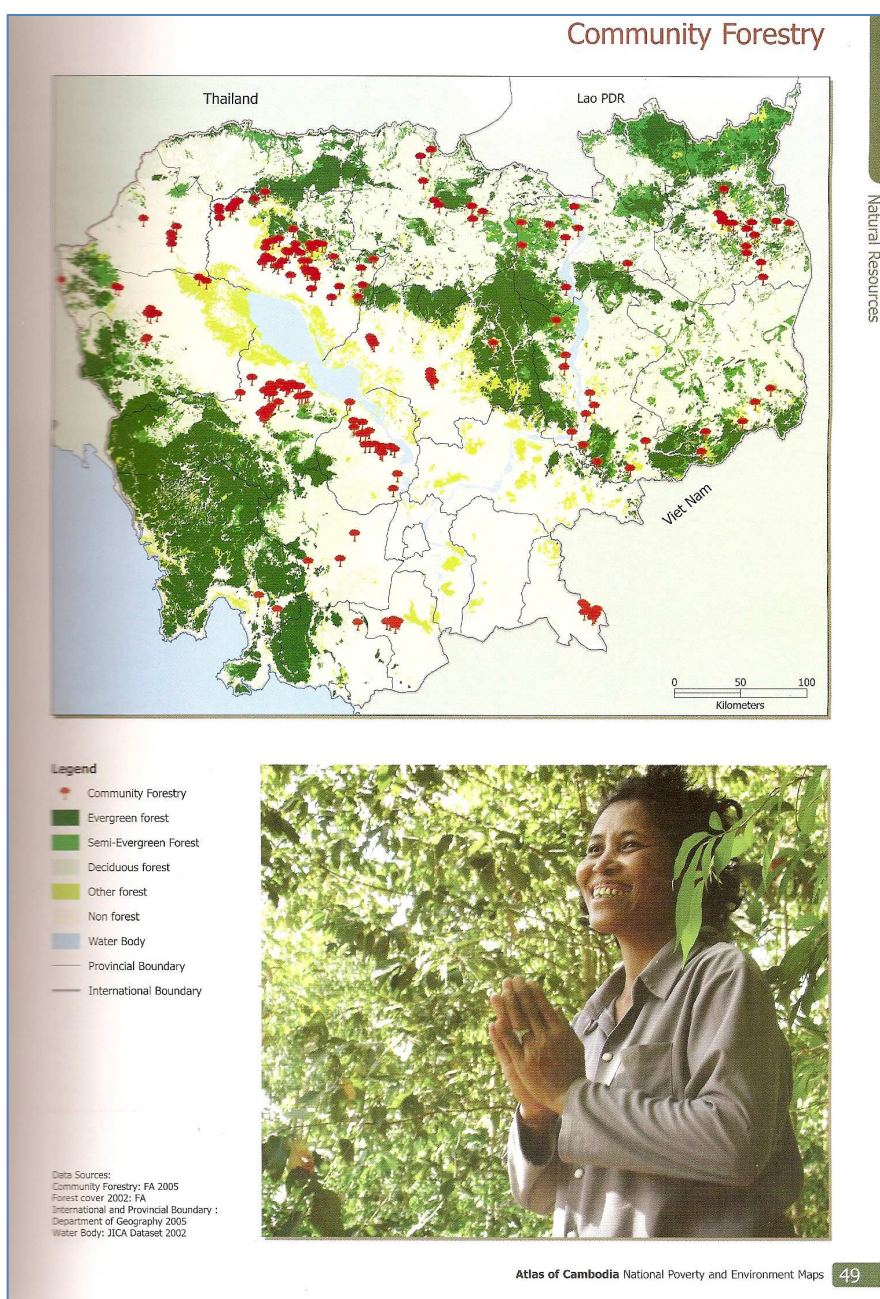
Obr. 6.2. Indiánské rezervace v USA.





V Kambodži vznikly komunitní lesy po návratu k demokracii v roce 1989, kdy jejich vznik začala postupně podporovat státní administrativa. Dnes zde existuje 150 komunitních lesů (obr. 6.3), o rozloze přes 50 000 hektarů (Atlas of Cambodia 2006). Ty jsou rozptýleny po celé zemi. Příkladný je Monk Community Forest, projekt na 18 000 ha na severu země, který vyhrál cenu UNDP (UNDP 2012) nebo menší projekt v provincii Krače nedaleko veletoku Mekong. Zde za iniciativou získání lesních i nelesních pozemků buddhistickou farou stál aktivní představený kláštera. Z asi 500 hektarů, které od státu získali, byla část dříve zcela zničena toulavou těžbou dřeva, takže vznikla neproduktivní lada. Ta se představený mnich s farníky rozhodli znovu zalesnit, při čemž využili 15 druhů dřevin. V roce 2006 zde již odrůstal 5 metrů vysoký mladý porost s převahou domácích druhů dřevin (obr. 6.4). Komunita již v té době hojně využívala produkty z lesa, kterými zde kromě dřeva, pryskyřice a zvěře byly také rozmanité byliny a lesní plody.

Obr. 6.3. Komunitní lesy v Kambodži.

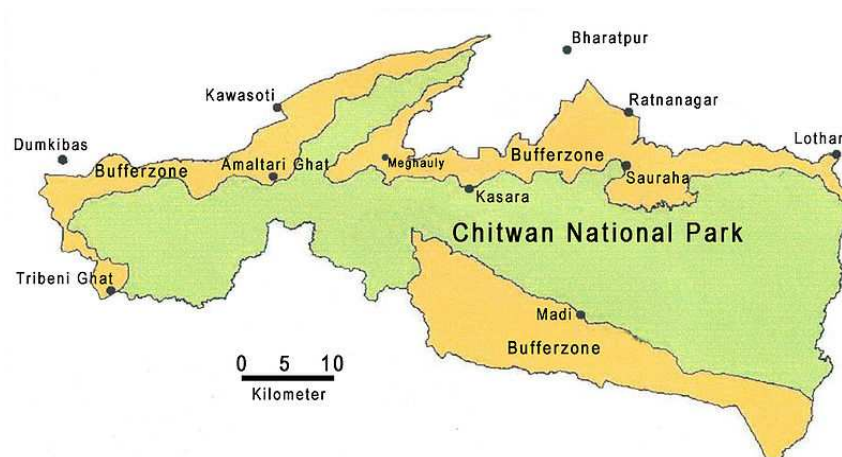


Obr. 6.4. Komunitní les s nově vysazenými domácími druhy dřevin a představený kláštera v Krače (Kratie, Kambodža) - foto Jelínek.



Komunitní vlastnění lesa má velký význam při ochraně vzácné přírody. Tento způsob vlastnictví je úspěšně využíván především v ochranných pásmech národních parků nebo lesních rezervací, kde je potřeba zapojení místních obyvatel do takového využití krajiny, které je výhodné pro divokou přírodu i pro ně samotné. Úspěch komunitou vlastněných územím v ochranném pásmu Národního parku Chitwan v Nepálu (obr. 6.5) nabízí Jones (2007) z Northumbrijské univerzity. Území je významné jako nárazníková zóna národního parku a současně biokoridoru, kudy migrují ohrožení tygři a nosorožci. Autorka hodnotila tři komunitně vlastněné lesní komplexy a kromě přínosu pro ochranu přírody kladně hodnotí i zlepšené možnosti využívání přírodních zdrojů vesničany.

Obr. 6.5. Národní park Čitvan v Nepálu.

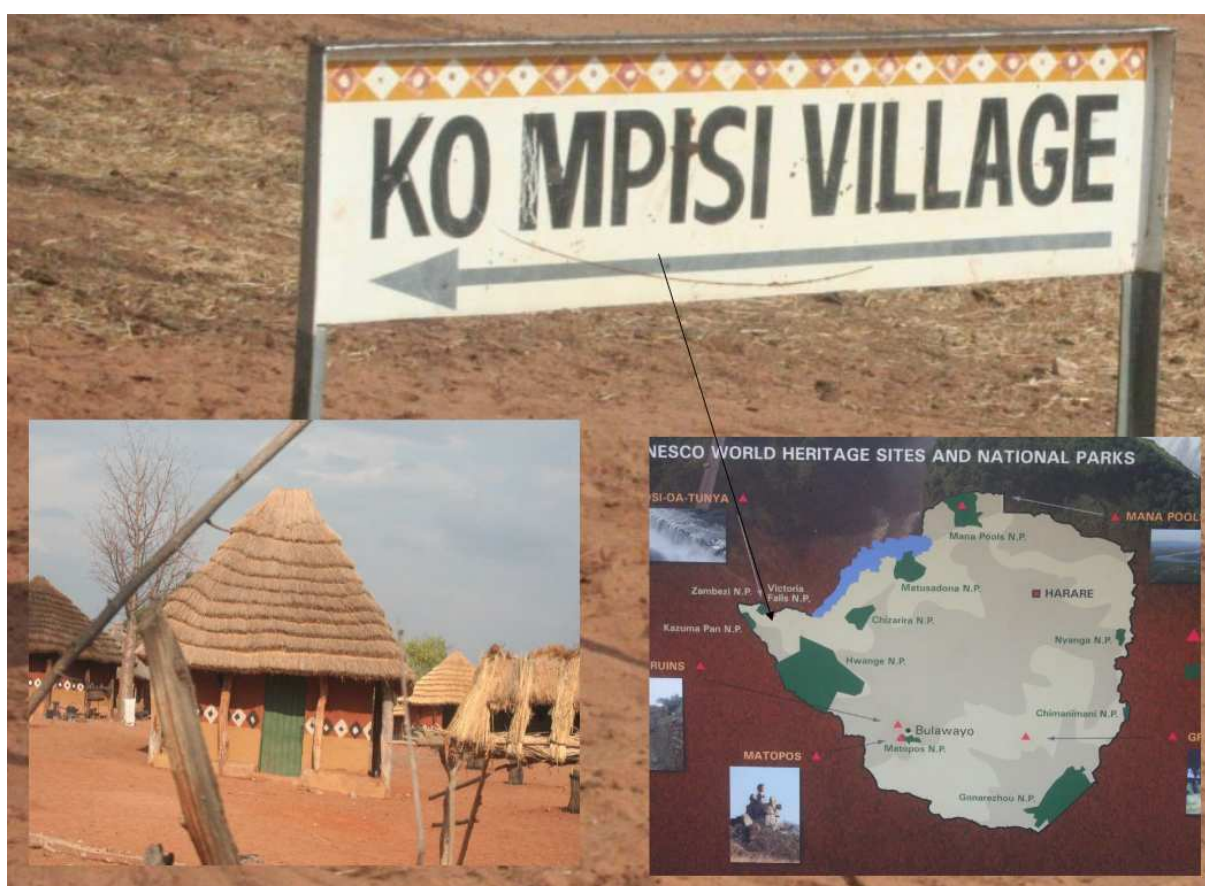


Podobně jako



v ochranném pásmu nepálského Národního parku Chitwan komunita prosperuje v nárazníkové zóně několika národních parků v jihoafrickém Zimbabwe. Vesnice Ko Mpisi (obr. 6.6) v bezprostřední blízkosti Národního parku Viktoriiny vodopády využívá lesní produkty, za což pro stát vykonává řadu užitečných činností, především ochranu vzácných zvířat před pytláky a ochranu před ohněm. Pytláci, kteří ohrožují vzácné nosorožce, slony a velké šelmy, jsou hlavním problémem chráněných území na jihu Afriky. Protože se pytláci tradičně rekrutovali z komunit, které v okolí národních parků existují, jejich zapojení do ochrany a správy území je moderním způsobem využití takto cenné krajiny. Sezónní opadavý les je v období sucha velmi náchylný k požárům, které jsou zároveň nebezpečné pro domorodé obyvatele, kteří zde bydlí. Proto je společný postup státní správy a obcí velmi důležitý.

Obr. 6.6. Vesnice Ko Mpisi v Zimbabwe – foto Jelínek.



### e) Komunitní lesy v České republice

Pojem komunitní lesy vznikl sice především pro oblast rozvojových zemí, u nás lze do takto koncipovaného vlastnictví lesů zahrnout lesy družstevní a především lesy obecní. Tabulka 6.1 ukazuje historický vývoj různých typů vlastnictví lesa v České republice. Ačkoliv obecní lesy se drží u nás na přibližně stejné úrovni ve srovnání s meziválečným obdobím (v roce 1930 to bylo 11,3 %, dnes 13,6 %), vlastnictví lesa družstvy a lesními společenstvy ubylo ve srovnání s rokem 1930 asi na polovinu. Dnes je to necelých 0,9 % lesů České republiky.

Tab. 6.1. Vývoj struktury vlastnictví lesů v % výměry lesů.

Lesy <i>Forests</i>	Rok Year															
	1850	1880	1890	1900	1910	1920	1930	1945 <sup>4)</sup>	1947	1950	1960	1970	1980	1990	1995	2000
	% výměry lesů % of forest land area															
<b>státní</b> <i>state</i>	2,5	0,3	0,3	0,3	0,2	3,6	12,4	18,3	60,1	70,1	74,2	91,6	94,4	95,8	69,6	63,1
<b>obecní</b> <i>community</i>	9,1	10,2	10,6	9,3	9,4	10,0	11,3	14,9	17,4	16,6	14,2	-	-	-	11,0	13,6
<b> církevní</b> <i>church</i>	8,0	7,2	8,0	6,7	6,6	7,9	7,1	6,1	7,1	-	-	-	-	-	-	-
<b>lesní družstva a společenstva</b> <i>forest co-operatives</i>	-	2)	2)	1,0	1,2	1,9	1,8	1,7	3,2	3,2	-	-	-	-	0,0	0,9
<b>veřejné vysoké školy</b> <i>universities</i>																0,3
<b>nadační</b> <i>foundations</i>	1,7	1,3	1)	0,7	1,3	0,8	1,2	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>šlechty</b> <i>nobility</i>	21,0	25,7	24,6	28,7	29,5	3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>ost. soukr.</b> <i>other private</i>	57,7	55,3	56,5	53,3	51,8	75,8	66,2	58,1	12,2	10,1	3,0	1,2	0,4	0,1	15,1	22,1
<b>zemědělská družstva</b> <i>co-operative farms</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,6	7,2	5,2	4,1	-	-

Pramen: ÚHÚL, Statistická ročenka ČSSR 1982 (1970, 1980), LČR s.p. 1995 (restituce), MZe 2000

Družstva se u nás objevila, tak jako jinde v Evropě, již ve 40. a 50. letech 19. století, za Rakouska-Uherska. V 70. letech 19. století byla již natolik silná, že se podařilo prosadit velmi kvalitní c. a k. zákon, který pomohl dalšímu rozkvětu družstev. V roce 1937 existovalo v Československu již přes 15 000 ekonomických, demokratických, svépomocných družstev s více než 4 000 000 členy. Patřili jsme k družstevním velmocím tehdejšího světa. V čem jsou družstva jiná? Investor je výrobcem i spotřebitelem. Jejich cílem není maximalizace zisku, ale kromě vytváření zisku také poskytování nějaké služby. Každý člen družstva má jediný hlas, takže se jedná o velmi demokratické vedení (Johanisová 2008). Společně s dalšími družstvy se objevila také družstva lesní, ta popisuje například Novotný (2002). Družstva vznikala od roku 1883 k zalesnění pozemků a strání, ale také k zřizování průmyslových podniků pro zpracování dřeva. Sdružené malé lesní majetky vykazovaly oproti malolesům lepší a odbornější správu. Koncem roku 1933 jich v Čechách bylo 57 a na Moravě a ve Slezsku 62. Vznikala družstva různé velikosti, největší lesní družstvo Příbyslav spravovalo majetek o rozloze 5 860 ha, lesní družstvo Štoky 5 300 ha, a to existuje, byť v menší podobě do dneška. Svou činnost družstva ukončila postupně v 50. letech, nuceně pak v roce 1959, kdy z nich vznikly lesní závody vlastněné státem.

Obce vykupovaly lesy z různých důvodů, kromě stabilního příjmu do obecní pokladny třeba kvůli zachování pěkného prostředí pro rekreaci obyvatel města. Příkladem mohou být velcí vlastníci lesů: město Brno a město Vídeň, které spravují podobně rozsáhlý lesní majetek (8 200 ha, respektive 7 500 ha) obklopují obě města. Kromě příjmu prostředků tak tyto městské lesy výrazně přispívají k příjemnějšímu životu svých obyvatel, kteří zde také tráví část svého volného času.



## 9. Farmové lesnictví – Australské farmářství (*Australien farm forestry*)

Australské stejně jako Novozélandské farmové lesnictví patří k typickému příkladu, kde lze zaměnit pojem *agroforestry* a *farm forestry*. Austrálie patří mezi země, kde je většina zemědělské půdy vlastněna farmáři. Zatímco ještě v první polovině 20. století byly stromy a vůbec veškerá dřevinná vegetace překážkou hospodaření na farmách na konci 20. a počátku 21. století je situace často opačná. Na začátku snah o zavádění stromů do farem bylo plantážní pěstování stejnověkých porostů, a to především pro ekonomický profit. To se po čase ukázalo jako zcela neperspektivní a od dalšího zakládání plantáží jako náhrady zemědělské produkce bylo upuštěno.

Obr. 9.1. Dřeviny v krajině australských farem plní souběžně hned několik funkcí.



Zdroj: Farm Forestry: Contributing to natural resource management, Forestry Fact Sheet Number 19

Rozvoji pěstování dřevin na farmách přispěl „*Master TreeGrower Program*“ který započal v 90. letech minulého století a jehož cílem byla podpora a vzdělávání farmářů při snaze zavádět dřeviny do farem. V současnosti je cílem pěstování dřevin na farmách jejich multifunkční využití. Přitom samotná produkční stránka je často až druhořadou. Dřeviny na farmách poskytují stín pasoucí se zvířata, oddělují jednotlivé pozemky, zlepšují klima, působí příznivě na snižování eroze a jsou odkazem budoucím generacím. Pěstební management dřevin na farmách není šablonovitý, ale naopak je uzpůsoben konkrétnímu cíli a přírodním podmínkám. Produkčním (ekonomickým) cílem není kvantita, ale kvalita produkce – pěstovány jsou cenné výřezy. Zavádění stromů do farem pro jejich mimoprodukční účinky (služby) je podporováno státem formou dotací.

## 10. Agrolesnictví v oblasti tropického deštného lesa Střední a Jižní Ameriky

### a) Tropické deštné lesy

Tropické deštné lesy se nacházejí mezi 10° severní a 10° jižní šířky a tvoří 8,3 % pevniny. Průměrné roční srážky se zde pohybují mezi 2 000 a 3 000 mm a průměrná měsíční i denní teplota vzduchu je nad 25°C.

### b) Historie agrolesnictví v tropech

Domorodí obyvatelé Amerických tropů se od pradávna snažili vytvořit systém obdělávání půdy, který využívá pozitivních účinků lesa na pěstované plodiny. Tato snaha dala vzniknout mnoha postupům, které jsou nyní využívány v agrolesnických systémech. Od pradávna lidé žďářili lesy pro získání zemědělské půdy. Dříve domorodé kmeny tropických oblastí vykácely a vypálily část lesa, kterou následně obdělávali, do té doby, než její úrodnost začala klesat. Po poklesu výnosů se přesunuly a svoji činnost opakovali. Na stejné místo se tak lidé vraceli až po uplynutí desetiletí a znovu vyžďářili les, který zde stihl vyrůst.

### c) Agrolesnictví v tropech

Přirozené lesy tropických oblastí představují uzavřené systémy koloběhu živin vykazující pouze malé ztráty, naproti tomu většina zemědělských systémů se vyznačuje otevřenými koloběhy živin s velkými ztrátami. Agrolesnické systémy leží někde uprostřed mezi zmíněnými dvěma extrémy. Je důležité si uvědomit, že právě uzavřenost koloběhu živin je klíčová v tropických oblastech, kde prudké deště z odlesněné půdy velmi rychle vymývají živiny a ta se po několika letech stává neúrodnou.

### d) Kritéria výběru cílových stínících dřevin

- Slučitelnost s porostem (minimální konkurence)
- Silný a hluboký kořenový systém – schopnost snášet extrémní podmínky
- Schopnost rozmnožovat se vegetativně a rychle růst
- Vázání vzdušného dusíku (*Fabaceae*)
- Široká a rozvolněná koruna, nejlépe deštníkovitého tvaru
- Kmen a větve bez trnů

### e) Pozitiva agrolesnických systémů v tropech

- Ochrana lesů: pěstitelé mohou využívat dřevo ze svých plantáží a snižuje se tak tlak na okolní lesy. Toto platí hlavně pro palivové dříví.
- Různorodost produkce (plody, dřevo): mnoho pěstitelů se orientuje pouze na jednu plodinu, a když nastanou výkyvy v její ceně, dostává se do finančních problémů. Tyto krátkodobé

výkyvy si může majitel plantáže kompenzovat prodejem dřevní hmoty, plodů a případně i léčiv získávaných z pěstovaných dřevin.

- Dlouhodobý kapitál ve dřevní hmotě.
- Snížení teplotních extrémů: stínící dřeviny vytváří specifické mikroklima, ve kterém se snižují výkyvy teplot vzduchu, půdy a listového povrchu.
- Snížení škod způsobených prudkými dešti a kroupami: porost svými korunami chrání cílovou plodinu i půdu (zmenšení vodní eroze).
- Snížení výskytu některých nemocí a napadení hmyzem: některé dřeviny vylučují alelopatické látky do vzduchu i půdy, které odpuzují škůdce a chrání rostliny proti onemocněním. Dřeviny zároveň poskytují úkryt přirozeným nepřítelům škůdců.
- Snížení rychlosti větru a tím zmenšení vzdušné eroze.
- Zlepšení provzdušnění půdy: kořeny dřevin prorůstají půdu a zvyšují její pórovitost.
- Udržení vlhkosti půdy v suchém období: toto je důležité zejména v oblastech, kde se vyskytují letní přísušky.
- Zvýšení množství organického materiálu v půdě: opad stínících dřevin i odumřelé kořeny obohacují půdu organickým materiálem.
- Fixace N, CO<sub>2</sub>: symbiotické bakterie žijící v kořenových hlízkách některých druhů dřevin zajišťují vázání vzdušného dusíku, který je důležitý pro růst zemědělských plodin.

I když je agrolesnický způsob pěstování zemědělských plodin v mnohém výhodný a pozitivní, je nutné si uvědomit, že sebou přináší i řadu negativ.

#### **f) Negativa agrolesnických systémů v tropech**

- Škody na pěstovaných plodinách způsobené pádem stromu a větví.
- Náhlá ztráta olistění stínících dřevin může vyvolat šok u pěstované plodiny.
- Zvláštní důraz na lidskou práci: pracovníci musí být schopni nejen práce se zemědělskými plodinami, ale i péče o dřeviny (výsadba, prořezávky, kácení, sběr plodů apod.).
- Těžko aplikovatelná mechanizace: v jednoduchém použití mechanizace je hlavní výhoda plantáží pěstovaných bez zástinu. Při výsadbě dřevin je však možné způsobit spon a místo výsadby dřevin tak, aby se mechanizace dala použít i v agrolesnickém systému.
- Nové kultivary se orientují na plantáže bez zástinu.
- Konkurence dřevin a pěstovaných plodin (voda, živiny).
- Snížení rychlosti větru a větší vlhkost pod stínícími dřevinami může vyvolat houbová onemocnění.
- Alelopatické působení některých dřevin: některé druhy dřevin dokáží negativně působit na jinou rostlinu produkcí chemických látek uvolňovaných do prostředí.

## g) Příklady pěstování plodin v agrolesnických systémech v tropech

### Kávovník (*Coffea*)

Nejvýznamnějšími pěstovanými druhy kávovníku jsou *Coffea arabica* a *Coffea canephora (robusta)*. Kávové plantáže zabírají celosvětově 9,8 milionů ha. Největšími producenty kávy jsou dle údajů z roku 2011: Brazílie, Vietnam, Kolumbie, Indonésie, Indie a Etiopie. Kávové plantáže byly tradičně zakládány v zástínu dřevin. Postupem času a s rozvojem umělých hnojiv však začalo mnoho pěstitelů přecházet na „technický“ způsob pěstování, tedy bez stínících dřevin. V technických systémech jsou pěstovány na optimálních stanovištích zakrslé hybridy kávovníku s krátkou životností a velkou hustotou výsadby, kterým je nutné dodávat velké množství hnojiv, herbicidů a pesticidů. Výhodou je možnost strojové sklizně avšak za cenu menší kvality kávy. I přes mnoho výhod agrolesnických systémů bylo v 90. letech 20. století převedeno 40 % kávových plantáží v Mexiku, Kolumbii, Střední Americe a v Karibiku na technický způsob pěstování kávy.

V posledních letech začínají pěstitelé kávových plantáží upřednostňovat introdukované dřeviny před místními druhy. Jedná se zejména o druhy rodu *Pinus* a *Eucalyptus*, které mají rovné kmeny a dobře prodejné dřevo. Využívání těchto dřevin však není zcela bez problémů, protože borovice okyseluje půdu a eukalyptus zase odebírá z půdy mnoho živin a vody, takže se musí plantáž více hnojit. Výsadba introdukovaných dřevin ochuzuje biodiverzitu nejen absencí místních druhů dřevin, ale i druhů na ně vázaných.

### Případová studie – kávová plantáž Ave Fénix u města Villa Rica, Peru

Byla studována agrolesnická kávová plantáž Ave Fénix o rozloze 7,5 ha ležící v nadmořské výšce 1 500 m n. m., nedaleko městečka Villa Rica, region Pasco, Peru. Hustota porostu stínících dřevin zde byla 176 stromů na ha (měřeny pouze stromy s DBH > 10 cm). Nejčastěji byly zastoupeny druhy z čeledi: *Fabaceae*, *Caesalpinaceae*, *Pinaceae* a *Podocarpaceae*. Celkem se na plantáži nacházelo 53 druhů dřevin.

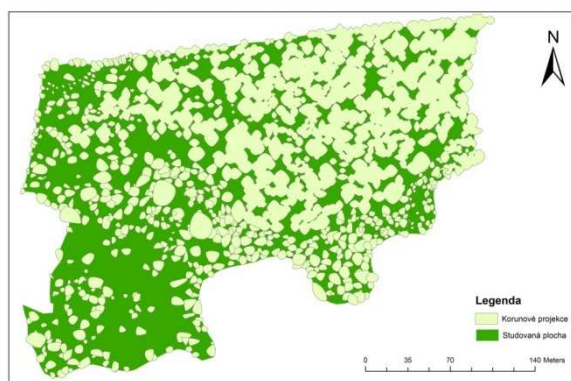
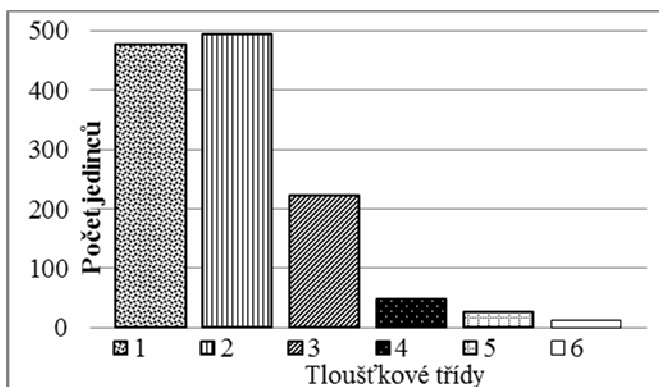


Obr. 8.1. Kávová plantáž Ave Fénix se stínící dřevinou rodu *Inga* a mladými borovicemi v podrostu (foto autor).



Pokud rozdělíme dřeviny do tloušťkových tříd po 10 cm, zjistíme, že většina stromů se nachází v prvních třech třídách (Obr. 8.2). Toto rozdělení je zapříčiněno dominancí druhů rodu *Inga*, které nedosahují větších tlouštěk a jejich dřevo je používáno jako palivové. *Inga* spp. se však výborně hodí jako stínící dřevina jednak proto, že dokáže pomocí symbiotických bakterií vázat vzdušný dusík, a také proto, že díky svým deštníkovitým korunám poskytuje optimální zástín.

Obr. 8.2. Rozložení tloušťkových tříd na plantáži Ave Fénix – vpravo.



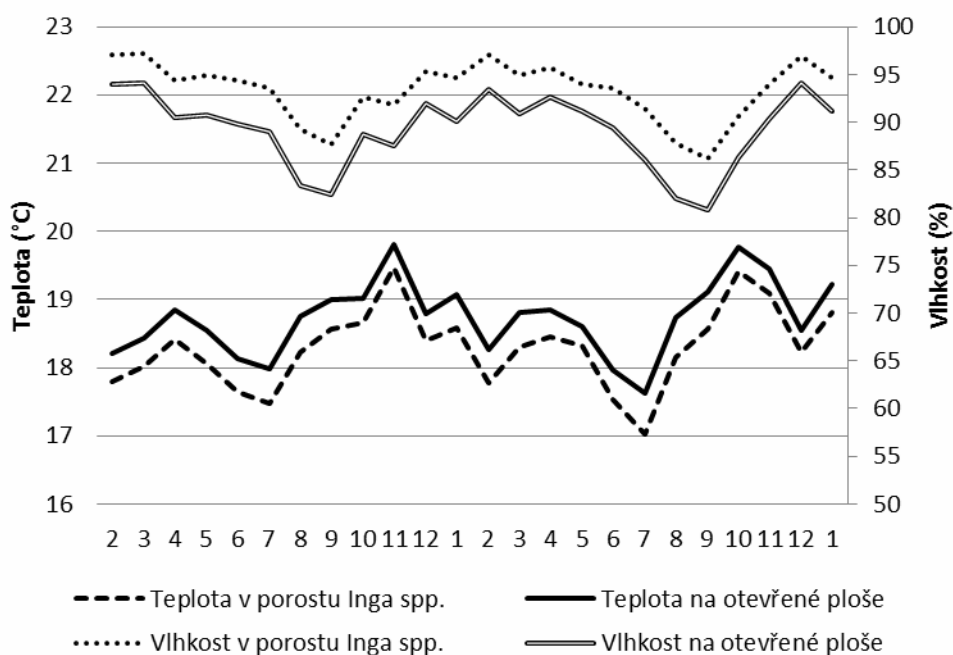
Obr. 8.3. Korunové projekce na plantáži Ave Fénix - vlevo.

Rozložení korunových projekcí na sledované plantáži ukazuje Obr. 8.. Z obrázku je patrné, že dřeviny nejsou rozmístěny na plantáži pravidelně a zástin je nehomogenní, přičemž část plantáže je zcela bez zástin (na tomto místě byly stínící dřeviny rodu *Inga* vykáceny a zasazeny borovice).

Na plantáži byly také sledovány chody teplot a vlhkostí vzduchu po dobu dvou let. Při vynesení do grafu (oObr. 8.) je patrné, že teploty byly na zastíněné ploše v průměru nižší a vlhkost vyšší po celé sledované období. Vyšší teploty spolu s nižší vlhkostí na nezastíněné ploše způsobují rostlinám kávovníku stres během sušších měsíců. Vyšší vlhkost v zástině je pro kávovník výhodná během suchých období, ale v období dešťů podporuje rozvoj plísňových onemocnění. Z měření dále vyplývá, že v nezastíněném porostu bylo větší kolísání teploty během dne, které působí na kávovník negativně.

Největší kolísání bylo zaznamenáno u teploty půdy, kdy se nezastíněná plocha více zahřívala během dne a během noci se více ochlazovala než li plocha v zástině, což je způsobeno přímým dopadem slunečních paprsků na půdu.

Obr. 8.4. Průměrné měsíční teploty a vlhkosti vzduchu na plantáži Ave Fénix v porostu *Inga* spp. a na nezastíněné ploše.



## **11. Agrolesnictví ve středomoří (Agroforestry in the Mediterranean part of Europe)**

### **a) Charakteristika oblasti středozevního moře**

#### *Přírodní podmínky*

Středomoří se nachází v pásu dlouhém 3800 km (východ-západ) a širokém 1000 km (sever-jih) mezi 30 – 45 ° rovnoběžkou. Oblast zasahuje na území 24 států tří kontinentů. Středomoří patří současně k jednomu z nejrozmanitějších geologických komplexů na světě. Biogeografická pestrost je dána vertikálním gradientem od vrcholů nejvyšších hor po pobřeží a mořské dno s množstvím forem života. Středomoří se svými ostrovy, pobřežími, řekami i vysokými pohořími představuje pestrou škálu stanovišť. Odlišnosti v reliéfu, půdních podmínkách a mikroklimatu podmíněné odlišnou nadmořskou výškou, srážkami a orientací svahu zde vytváří jedinečné podmínky s výjimečně cennou biodiverzitou.

#### *Klima*

Klimatické podmínky v mediteránu lze charakterizovat jako přechodové mezi chladným temperátní a suchým tropickým. Klima je charakteristické vysokou variabilitou ve srážkách a jedinečnou kombinací teplého a suchého léta se studenou a na srážky bohatou zimou. Velká variabilita ve srážkách stejně jako délka letního období sucha patří k nejzásadnějším klimatickým faktorům ovlivňujícím zdejší vegetaci. Letní suchá perioda je dlouhá asi 120 dní a trvá od posledního jarního dne do prvního dne podzimu se srážkami většími než 5, resp. 10 mm. Především v období maximální sluneční radiace je problém s nedostatkem povrchové vody. Kritickým obdobím pro růst rostlin je právě krátké jaro a podzim.

#### *Vliv člověka*

Bez znalosti historie vlivu člověka na zdejší krajinu nelze beze zbytku pochopit dynamiku současné vegetace. Vliv člověka lze řadit k nedílným ekologickým faktorům celého regionu zahrnujícím genetické toky, diferenciaci, lokální selekční tlaky a omezení. Snad nikde jinde na světě neovlivnila místní krajina zdejší lidskou populaci, jakož i lidé tuto krajinu. Zatímco v minulosti byla krajina ovlivněna především zemědělstvím, v současnosti je vliv člověka spojen především s turismem. Středomoří totiž patří k celosvětově nejvyhledávanějším turistickým destinacím.

### **b) Historie agrolesnictví v oblasti**

#### *Vznik*

Vliv člověka na krajinu v mediteránu má dlouhou historii. Zemědělská kultivace a chov domestikovaných zvířat se zde od neolitu šířily velmi rychle s počátkem pastevního managementu před 7 500 tis. lety na jihovýchodě a před 4 500 tis. lety na jihozápadě Iberského poloostrova. Pastva dobytka v olivových (*Olea europaea* L.) a citrusových (*Citrus sinensis* /L.) Osbeck) porostech byla běžná také v Římském období a záznamy o souběžném pěstování plodin s porosty oliv a fíkovníku (*Ficus carica* L.) jsou známy i z Bible.

Agrolesnické systémy jsou pro mediteránní oblasti typičtější než pro ostatní severněji ležící části Evropy. Změny v mikroklimatu způsobené stromy (záření, teploty a sucho) byly předpoklady úspěšného využití tohoto systému právě v této části Evropy. Dlouhé letní suché období vede k malému růstu stromu stejně jako ke slabým a nejistým úrodám v zemědělství. Z těchto důvodů byla hlavním hospodářským managementem pastva zvířat v porostech dřevin. Vzhledem k sezónní dostupnosti píce byla dávana přednost menším druhům zvířat jako ovcím a kozám před hovězím dobytkem. Během staletí probíhal tento způsob managementu na chudé vegetaci lesů i zemědělských půd.

### *Dekadence*

V minulosti byly stromy ceněny pro zachování půdní úrodnosti, jako doplňkový zdroj krmiva pro zvířata a pro jejich schopnost regulovat mikroklimatické podmínky. Nicméně v současnosti je zaznamenán úbytek stromů v mediteránu. Od začátku minulého století dochází vlivem politických rozhodnutí a socioekonomické situace k rozsáhlým změnám ve způsobu zacházení s přírodou (krajinný management). Zavádění minerálních hnojiv od období kolem r. 1930 vedlo ke snižování půdně-melioračního významu stromů. Přítomnost řídce rozptýlené zeleně byla také překážkou při zavádění rozsáhlé mechanizace, která postihla řadu zdejších oblastí.

Nárůst obyvatelstva a s tím spojené potravinové nároky si během 20. století vyžádal nárůst orné půdy. Až do roku 1990 nezměnila společná zemědělská politika integrované systémy a dotace byly farmářům vyplaceny jen dle výměry orné půdy. Úbytek tradičních agrolesnických systémů byl rovněž důsledkem pozemkových úprav a projektů během 20. století. Výsledkem opuštění tradičního hospodaření byla syntetizace a zjednodušení krajinné mozaiky, ale i nárůst řady environmentálních problémů. Z nejvýznamnějších lze jmenovat půdní erozi, znečištění vodních zdrojů, snížení retence uhlíku, ale i ztrátu vztahu farmáře ke krajině, pokles biologické rozmanitosti a přirozených nepřátel hospodářských škůdců a konečně i pokles ostatních produktů z farem.

### *Současný stav a výhled do budoucna*

V současnosti je přesto v Evropské unii patrná politická podpora pro zavádění environmentálně zaměřených systémů, mezi něž patří i tradiční agrolesnické praktiky. Od roku 1992 je na základě reformy společné zemědělské politiky zřetelná snaha o podporu multifunkčního přístupu k lesu i zemědělské půdě a jsou poskytovány pobídky k zakládání agrolesnických systémů jako základního předpokladu návratu stromů do zemědělské krajiny.



### c) Nejběžnější agrolesnické systémy v oblasti středomoří

Velká variabilita v přírodních podmínkách mediteránu vedla k vysoké diverzitě agrolesnických systémů, kde nejdůležitějším komponentem je pastva. K nejdůležitějším agrolesnickým praktikám zde patří:

#### *Silvoarable „dřeviny na orné půdě“*

Jedná se o systémy se stromy v nadúrovni a jedno nebo víceletými plodinami v podúrovni. Stromy jsou obvykle rozmístěny tak, aby byl umožněn průjezd mechanizace, a to především jako aleje nebo linie kolem pozemků. Příkladem z Řecka jsou olivovníky, topoly, mandloně nebo ořešáky. Známý jsou rovněž případy, kdy „*silvoarable*“ přecházejí ve smíšené „*agrosilvopastoral*“ systémy, především tam, kde po sklizni následuje pastva.

Tab. 9.1. Příklady „*silvoarable*“ systémů v mediteránu a jejich produkty.

Systems „systémy“	Podúroveň	Lokalizace	Produkty
<i>Olive tree systems</i> „systémy s olivou“	vinice	plošiny	olivky
	obilniny	terasy	palivo
	pícniny	mezi ornou půdou nebo okolo, na jejím okraji	pastva
<i>Almond tree systems</i> „mandlové systémy“	vinice	vysychavé lokality	ovoce
	obilniny	samostatné plochy	
	pícniny	směsi s olivovníky, fíkovníky, ořešáka	
<i>Poplar systems</i> „systémy s topoly“	zeleniny	poblíž vodních toků	dříví
	letní plodiny		
	pícniny		
<i>Walnut tree systems</i> „systémy s ořešákem“	vinice	pohoří	ořechy
	obilniny	samostatně nebo ve směsi	kulatina
	pícniny	mezi ornou půdou nebo okolo, jejím okraji	palivo

### *Forest farming „lesní farmaření“ – nedřevní produkty z lesa*

Na rozdíl od většiny ostatních agrolesnických systémů, jako jsou větrolamy nebo systémy alley cropping, kde jsou stromy vnášeny do prostředí zemědělské půdy, v případě lesního farmaření jde o pěstování, příp. získávání „zemědělské“ (potravinové, ostatní) produkce z lesa.

Jedním z nejvýznamnějších nedřevinných produktů získávaných z lesa jsou lanýže. Jejich sběr je typický pro Španělsko, Itálii a Francii. Jedná se o ektomykorhizní houbu, jejíž plodnice se nachází v podzemí. Hostující dřevinou jsou stálezelené duby nebo líska.

### *Multipurpose trees „víceúčelové stromy“*

Jedná se o stromy výlučně užívané k produkci ovoce, paliva, píce, dřeva, případně i k jiným účelům. V podmínkách mediteránního klimatu jsou multifunkční stromy zásobárnou (skladem) potravy, protože ořezané větve, nebo plody slouží jako krmivo pro zvěř v době nedostatku píce.

Jedním z příkladů multifunkčních stromů je borovice alepská (*Pinus halepensis*), nebo kaštanovník setý (*Castanea sativa*). Alepská borovice je středně velký strom a je široce využívána k zalesňovacím projektům v celém mediteránu. Dřevina může být využita jako zdroj užitkového dříví nebo paliva, nejčastěji však slouží k produkci medu a pryskyřice. Kaštanovník se nachází v oblasti mezi mediteráním a temperátním opadavým lesem, kde vlivem nadmořské výšky dochází k poklesu letních teplot a vzrůstá vzdušná vlhkost (roční srážky přes 800 mm). Systémy s kaštanovníkem pracují především s výmladky nebo jako sady, vysoké stromy nejsou tak rozšířené. Hlavními produkty jsou dřevo, ořechy a tanin. Významným produktem tohoto systému jsou rovněž houby.

### *Silvopasture „pastva v porostech dřevin“*

Kombinuje tři komponenty dřeviny, píci a pastvu, s čímž však souvisí obtížný management. Nicméně vzhledem k rozšířenému chovu hospodářských zvířat v oblasti se jedná o velice rozšířený systém. Obecně lze rozlišit dva případy “ dřeviny na pastvinách” a “pastvu v lesích”. Dřeviny na pastvinách lze charakterizovat nízkou hustotou dřevin s chovem domácích nebo divokých zvířat. Pastvu v lesích lze naproti tomu charakterizovat jako tradiční lesní hospodářství v hustých nebo přírodních lesích spojené s chovem divokých nebo lokálních plemen zdomácnělých zvířat.

**Dehesa** (ve Španělsku) a **Montado** (v Portugalsku) jsou nejznámější systémy extenzivního (agrolesnického) chovu nejen v mediteránu ale v celé Evropě. Oba lze nalézt v jihozápadní části Iberského poloostrova a pokrývají více než 3 mil. ha. Systémy jsou charakteristické nízkou hustotou dřevin na ploše, která se pohybuje mezi 5 – 80 ks/ha. Hlavními dřevinami jsou zde dub cesmínový (*Quercus ilex*) a méně dub korkový (*Quercus suber*). Hlavním produktem dřevin jsou dřevěné uhlí, žaludy a větve jako zdroj píce. Podúroveň je tvořena bylinným podrostem nebo zemědělskou plodinou. Hovězí dobytek, ovce a prasata jsou hlavními zvířecími komponenty v systému, nicméně se lze setkat také s kozami a koňmi.

Konečně poslední dva systémy jsou pro oblast středomoří méně významné. *Riparian buffer strips* (břehové porosty) - jak je patrné z názvu jsou stromy rostoucí mezi plochou zemědělskou a vodní. Tento systém je významný především pro uchování kvality vod a *improve fallows* (úhor) -

spočívající v záměně zemědělské produkce za dřevinné druhy na tomtéž pozemku umožňující zvýšení výnosu po odpočinkové fázi (úhoru).

#### **d) Management agrolesnických systémů ve středomoří: Dehesa systém**

Management dehesa systému je založen na integraci všech základních komponentů: dřevin, pastvin a hospodářských zvířat. Dřeviny jsou základním komponentem celého systému a důraz musí být kladen nejen na dospělé stromy, ale i na jejich přirozenou obnovu. Vyvětřování a probírka je zaměřena na zvýšení výnosů podrostu, zajištění maximální plodnosti (produkce žaludů), ale i k produkci paliva, resp. dřevěného uhlí a píce pro pasoucí se zvířata.

Hlavním produktem dehesa systému je extenzivní pastva zvířat a přírodní pastviny jsou jejím hlavním zdrojem píce. Většina druhů pastvin jsou roční byliny se dvěma vrcholy ve své produkci, a to na jaře a na podzim, přičemž ta jarní je významnější. Management pastvin je zaměřen na zvyšování jejich kvality (zvyšování podílu bobovitých bohatých na proteiny a minerály) a na redukci sezonních rozdílů v produkci. Kromě pastvin hrají významnou roli pro výživu zvířat jak z hlediska sezonnosti tak kvality políčka a osévané pastviny. Management dehesa systému umožňuje vybalancovat požadavky produkce a ochranu přírody. V systému, kde je velký tlak zvěře, však může dojít k problémům s nedostatečnou přirozenou obnovou dřevin.

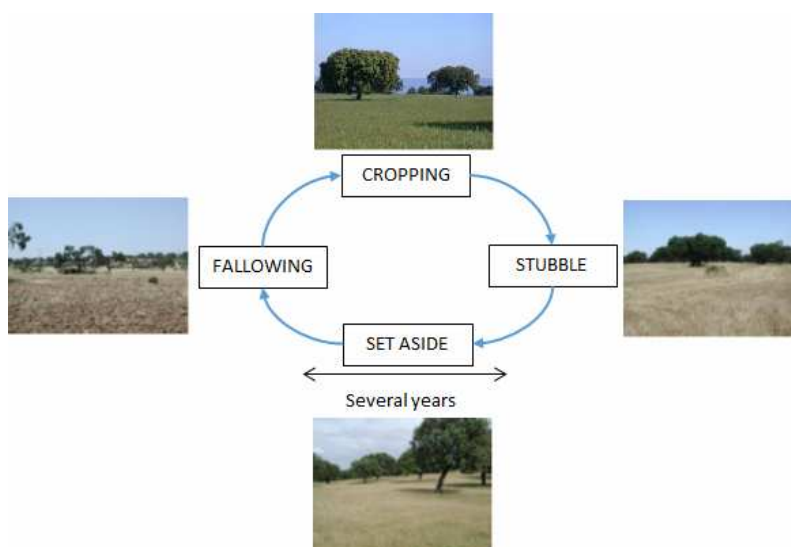
Všechny produkty a managementové přístupy jsou součástí systému v rámci jedné farmy. Systém dehesa bere v úvahu přirozenou sezónnost jednotlivých zdrojů potravy pro zvířata, ať už se jedná o pastvu na jaře a na podzim, žaludy a okus dřevin v zimě a píci v létě, resp. v zimě. Tím vzniká jedinečný systém dílčích způsobů využití krajiny v rámci jedné hospodářské jednotky.

Rozlišujeme tyto hlavní typy využití krajiny (obr. 9.1):

1. *Cropping* (osevní): obvykle v cyklu několika let (3 – 6)
2. *Stubble* (patevní strniště): po sklizni plodin je na strništi během léta a následného roku prováděna pastva
3. *Sett aside* (Zrušené plochy): přírodní pastviny jsou opouštěny, případně obohaceny keři k zajištění přirozené obnovy dřevin
4. *Fallowing* (odpočinková): příprava půdy pro plodinu příštího roku (orba)

Během let dochází ke střídání jednotlivých typů využití plochy na pozemku s cílem maximalizace produkce a udržitelnosti celého systému.

Obr. 9 1. Schématické znázornění různých typů managementu při uplatnění systému dehesa.



Konečně ostatní užítky dehesa systému jako je lov, nebo rekreace jsou v současnosti významným ekonomickým příjmem.

Tab. 9.2. Hlavní produkty a hospodářská (managementová) opatření v dehesa systému.

Komponent	Produkty	Aplikovaný management
Dřevina	Palivo	Obnovní seč Ořez větví Těžba korku
	Píce: Větve nebo přímý okus, žaludy	
	Korek (pouze <i>Quercus suber</i> )	
Přírodní pastviny	Vysoká roční a meziroční variabilita	Zvyšování podílu luskovin
	jaro: 60 – 70%; léto: 0 %	Udržitelná pastva s cílem uchování živinných cyklů a kvality pastvi
	podzim: 15 – 25%; zima: 5 – 15 %	Hnojení fosforem s cílem zvýšení produkce luskovin
Zemědělská plodina	Obilniny: obilí a sláma	Před setím dvě až tři orby
	Osetá pastvina	Časně podzimní síje
	Trvalé výživné luskoviny	Hnojení
	Seno	
Zvířata	Dobytěk, Ovce, Kozy, Iberská prasata	Periody s vrcholem potřeby živin (pozdní březost a laktace) mají časově koincidovat s vrcholy v dostupnosti píce Vyrovnané rozmístění zvířat po ploše z důvodu redukce poškození stromového patra a zvýšení efektivity pastvy.

## 12. Souběžné pěstování ořešáku černého a zemědělské produkce (*Alley cropping with Black Walnut in Missouri*)

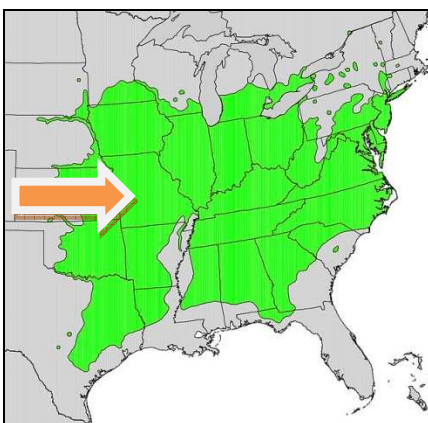
### a) Úvod a historie pěstování

Původní domovinou ořešáku černého (*Juglans nigra* L.) je východní a střední část Severní Ameriky. V původní oblasti tvoří ořešák porosty společně s liliovníkem tulipánokvětým (*Liriodendron tulipifera*), jasanem americkým (*Fraxinus americana*), střemchou pozdní (*Prunus serotina*), javorem cukrovým (*Acer saccharum*), duby (*Quercus* spp.), příp. i jinými dřevinami. Průměrná teplota se v širokém areálu rozšíření ořešáku pohybuje od 7 do 19° C a roční úhrn srážek dosahuje rozpětí 640 - 1780 mm (Hrib a kol. 2005).

Ke státům, kde je pěstování ořešáku na zemědělských půdách značně rozšířeno, patří např. stát Missouri. Mezi lety 1960-70 zde docházelo k masivnímu odlesňování z důvodu zakládání rozsáhlých pastvin pro dobytek. Nicméně na počátku 70. let dochází k „návratu lesa a stromů“ do krajiny. Kromě ekologického uvědomění sehrála svou roli i rostoucí poptávka po jedlých plodech ořešáku (Buck et al. 1998).

„*Missouri agroforestry program*“ nebo taky „*Missouri System of Agroforestry*“ je zaměřený na pěstování dřevin v pravidelných řadách společně se zemědělskými plodinami. Kromě převažujícího ořešáku, se zde mohou uplatnit také jiné dřeviny jako duby, nebo pekanové ořechy. Celý systém je označován čtyřmi písmeny *i*: *intentionally* – systém je vzájemně provázaný; *intensively* – intenzivní management zajišťuje požadované produkční i mimoprodukční funkce; *interactions* – vzájemné působení mezi stromy a plodinami je usměrňováno dle potřeb celého systému; *integrated* – znamená jednoduchý a integrovaný management celého systému.

Obr. 10.1. Přirozený výskyt ořešáku černého (*Juglans nigra* L.) s naznačením státu Missouri (<http://en.wikipedia.org/wiki/Missouri>) - vlevo.



Obr. 10.2. Ceněná potravinářská a dekorační komodita - plody ořešáku černého – ořechy ([http://en.wikipedia.org/wiki/Juglans\\_nigra](http://en.wikipedia.org/wiki/Juglans_nigra)) – v pravo.

## b) Ořešák černý – excelentní dřevina pro alley cropping

Existuje celá řada důvodů, proč je ořešák oblíbenou a vyhledávanou dřevinou pro agrolesnické praktiky (systémy), a to nejen v Severní Americe. V první řadě se jedná o dřevinu poskytující jak vysoce ceněné dřevo, tak žádané plody - ořechy. Dalšími důvody jsou rychlý růst, časná plodnost (již od 7 let), krátká doba olistění a poměrně vysoká propustnost světla pod koruny. Důležitá je rovněž architektonika kořenového systému u této dřeviny. Do hloubky sahající hlavní kořen a jemné kořeny rozložené především v hloubce 10 - 20 cm pod povrchem země vytvářejí zónu do 10 cm, kde se mohou rozvíjet kořeny ostatních plodin bez přímého konkurenčního působení. Limitujícím faktorem ořešáku však může být „juglon“. Jedná se o alelopatickou látku inhibující růst sousedních rostlin. Kořeny, listy a skořápky plodů ořešáku obsahují hydrojuglon, který může oxidovat na juglon. Ten je přijímán kořeny okolních rostlin, které následkem toho chřadnou nebo odumírají. Působení juglonu závisí na vzdálenosti ořešáku k plodině, době trvání ořešákového porostu a citlivosti sousedících rostlin (plodin). Obecně je do 15 let od založení porostu působení juglonu slabé, od 30 let pak silné. Ve vzdálenosti asi 4 metrů od ořešáku dochází k poklesu koncentrace juglonu až na 20 % z původních hodnot (Shibu, Gillespie 1998). Z citlivých druhů je uváděna např. olše, ale také sója, za tolerantní je považována např. mrkev, řepa, nebo fazole (Scott, Sullivan 2007).

Obr. 10.3. Založení porostu ořešáku na zemědělské půdě (vlevo) a již fungující systém (vpravo) alley cropping (<http://www.google.cz/imgres..>).



## c) Management design a ekonomika systému

Systém pěstování ořešáku a zemědělských plodin se liší podle pěstebního záměru a kvality stanoviště. Jiný design je doporučován v systému zaměřeném převážně na pěstování cenných sortimentů, nebo ořechů a jiný pro systémy s převážně protierozní půdoochrannou funkcí. Nejčastěji volený rozstup mezi řadami ořešáku je od 4,5 do 30 metrů. Zatímco pro produkci ořechů je volen těsnější spon, pro primárně zemědělskou produkci je spon volnější. Původně doporučovaným rozstupem při 267 stromech na ha byl rozstup řad 12 m a vzdálenost mezi stromy 3 m. Kromě rozstupu a stanoviště je dle pěstebního cíle volena i konkrétní odrůda.

Výsadba ořešáku probíhá uměle výsadbou v navrženém sponu. Po ní následuje intenzivní péče o výsadby, tedy likvidace buřeneš, ochrana proti zvěři, případně hnojení. Z živin je doporučován především dusík, případně fosfor a draslík. Hnojení v letních měsících je doporučováno i v pozdějších letech, a to k podpoře plodnosti, resp. produkci ořechů. Součástí managementu je také ořez větví nebo probírka. Stejně jako vlastní design jsou i tyto činnosti odvislé od pěstebního cíle. V případě primárního cíle pěstování ořechů je doporučovaná výška ořezu větví na kmenech dle charakteru stanoviště od 2,4 do 4,9 m, v systémech zaměřených na kvalitní dřevní sortimenty se výška vyvívání pohybuje v rozpětí 5 – 8, ale i více metrů.

V systémech cílených na ořechy lze jejich komerční sběr očekávat již od 10 let. Systémy zaměřené na produkci dřeva pracují s obměnou 30 a více let (Scott, Sullivan 2007).

Z doprovodných plodin jsou v prvních cca 10 letech doporučovány tradiční plodiny jako kukuřice, pšenice nebo sója. V pozdějších fázích vývoje dochází ke snížení dostupného světla a současně k zvýšené koncentraci juglonu. Proto jsou v pozdějších fázích doporučovány především píce, příp. energetické plodiny. Z pícnin jsou doporučovány především: jetel luční (*Trifolium pratense* L.), srha laločnatá (*Dactylis glomerata* L.), nebo kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea* Schreb). Testovány jsou také vysoce produkční druhy jako tollice vojteška (*Medicago sativa* L.) nebo bojínka luční (*Phleum pratense* L.).

Při pěstování ozimé pšenice nebo ječmene je doporučováno pěstovat plodiny 1 m od řadové výsadby. V případě tohoto modelu připadá na plodinu 87 % z celkové plochy, na zbytku je vysázená dřevina. Naproti tomu je-li pěstována jařina, jako např. kukuřice, musí být odstupová vzdálenost plodiny od ořešáku, z důvodu intenzivnější konkurence o vodu a živiny, minimálně dvojnásobná. V případě jařiny tak plodina kryje pouze 62 % plochy. Celkově je jak z hlediska kompetice o vodu v letních měsících, tak ekonomické rentability doporučován při raných fázích spíše ozim než jař.

Výzkum ekonomické rentability agrolesnických systémů s ořešákem v Severní Americe ukázal, že za nejvýnosovější lze považovat především systémy složené hned z několika komponentů. Zatímco v systémech, kde se pěstování zaměřilo jen na dřevo nebo ořechy, dosahovala míra výnosovosti kolem 7 %, v systémech s produkcí dřeva, ořechů, pšenice, sóje, trávy a konečně i pastvou dosahoval tento parametr hodnoty až 11 %. Ve věku 15 – 20 let je uváděn dosažitelný výnos ořechů v rozpětí 900 – 1100 kg/ha (Garrett, Harper 1999).



### 13. Pěstování paulovnie na zemědělské půdě (*Agroforestry with Paulownia in China*)

#### a) Úvod a historie pěstování

Rod *Paulownia* čítá 9 hlavních druhů a patří do čeledi *Scrophulariaceae*. Místem původního výskytu je oblast jihovýchodní Asie - Čína, Japonsko, Korea případně Vietnam a Laos, kde se původně vyskytovala jen *P. fortunei*. K nejznámějším druhům patří *P. tomentosa*, *P. fortunei*, nebo *P. elongata*.

Prvně jmenovaný druh byl pěstován v Číně jako okrasný strom již v době 221 - 207 př. n. l. (Hall 2008). Od druhé poloviny 20. století je pěstování paulovnie propagováno v Číně formou výsadeb kolem cest a kanálů tzv. „four sided planting“. Dřevina byla hojně využívána k zakládání plantáží, zalesňovacím projektům, vytváření břehových porostů, ale i smíšených agrolesnických systémů. Kromě produkční funkce byla ceněna především jako dřevina protierozní, medonosná a také jako druh s výrazným melioračním efektem. Na konci 20. století se její pěstování rozšířilo také mimo Čínu do USA, Mexika, Austrálie, ale také států jižní Evropy.

Obr. 11.1. Výsadba paulovnie ve Španělsku – stáří 8 měsíců (foto – E. Andivia) – vpravo.



Obr. 11. 2. *Paulownia fortunei*, věk asi 5 let (Hall 2008) – vlevo.

V dospělosti paulovnie dosahuje výšky 9 – 21 metrů s ročními přírůsty 2 - 3 m. Dřevině vyhovuje humidní klima s ročními srážkami 500 – 2600 mm a teplotou 24 - 30°C. Nejlépe roste na dobře propustných písčitých půdách s dostupnou spodní vodou. Hodnota pH není rozhodující. Naopak nevyhovující jsou pro ni kamenité nebo těžké jílovité půdy.

Jedná se o dřevinu s vynikajícími vlastnostmi pro smíšené agrolesnické systémy, případně břehové porosty. Hluboce kořenící paulovnie jednak nekonkuruje mělce kořenícím plodinám, jednak dokáže



čerpat vodu a živiny z větších hloubek půdy. Této její vlastnosti je hojně využíváno k rekultivacím. Získávání živin z větších hloubek půdy umocňují četné mykorrhizní houby na kořenech této dřeviny. Pozdější nasazování listoví umožňuje plodinám větší příděl světla v jarních měsících, naproti tomu pozdější shazování listí je ceněné z důvodu eliminace časných mrazů. Dřevo paulovnie má všestranné využití od výroby konstrukčních materiálů, přes hudební nástroje a výrobu papíru nebo jako palivo. Často je tato dřevina v Číně využívána především kolem odpadních kanálů z drůbežáren a velkochovu prasat. Kromě produkční funkce zde výrazně napomáhá k čištění vody.

### **b) Pěstební model, management a funkce porostu**

Jak bylo naznačeno, paulovnie je pěstována z celé řady důvodů. Tomu odpovídá i zvolený pěstební systém. V produkčních systémech je ceněný především rychlý růst a vysoká produkce. Kromě dřeva je využita také fytomasa, především jako píce pro prasata, ovce nebo králíky. V 10 letech může jeden strom poskytovat až 30 kg sušiny listoví a 400 kg větví.

Rozšířeno je také pěstování formou plantáží. Management těchto porostů optimalizující světlostní poměry je podobný topolovým plantážím. Vzhledem k rychlému růstu paulovnie se obmýtí uvádí v rozpětí 10 - 15 let. Cena za 1 m<sup>3</sup> dřeva může dosahovat až 600 – 1000 dolarů.

Ve smíšených agrolesnických systémech je její polyfunkční využití pravidlem. Kromě funkce produkční je to především protierozní, resp. půdoochranná funkce, příp. rovněž významná funkce - redukce větru. Bylo zjištěno, že smíšené systémy s 9 letou paulovnií v rozestupu 5×20 m redukují rychlost větru o 20 - 50 % a snižují evapotranspiraci o 10 % ve dne a o 4 % v noci. I ve smíšených zemědělsko-lesnických systémech je pěstování paulovnie značně diverzifikováno. V dřevoprodukčních systémech je doporučovaný rozestup dřeviny 5 m v řadách a rozestup řad 10 m. V případě systémů smíšených je doporučován rozestup řad 10 - 15 m a u převážně zemědělských systémů 30 - 50 m. Jako zemědělská plodina je v oblasti jihovýchodní Číny volena především pšenice, kukuřice, sója, česnek, fazole, zelenina, nebo vodní meloun. Obecně je doporučováno v raných fázích systému, tj. mezi 1 – 4 rokem pěstovat plodiny náročné na světlo, tedy pšenici, kukuřici, příp. salát. V pozdějším období je doporučováno pěstovat stín snášející plodiny, jako jsou různé byliny (*Chinese herbaceous peony*), příp. i česnek (Jiang et al. 2004). Negativa smíšených systémů se projevují především v období sucha, případně ve snížené produkci zemědělské plodiny pěstované bezprostředně v blízkosti stromů a u starších porostů (Sands 2005).

## 14. Permakultura - permakulturní způsob hospodaření

**Permakultura** představuje myšlenkovou koncepci a soubor praktických návodů, sloužící k vytváření a realizaci udržitelného designu. Ten se může týkat lidských sídel a jejich okolí, zahrad, zemědělských systémů, měst i celých regionů, ale také utváření lidských společenství. Systém permakultury uplatňuje principy přírodních ekosystémů, ověřené tradiční praktiky různých kultur i poznatky vědy. Čerpá obzvláště z poznatků systémové ekologie a využívá principů systémového myšlení. Cílem je vytváření stabilních a produktivních systémů, které zajistí uspokojování lidských potřeb a zároveň budou harmonickou součástí krajiny.

U zrodu celého systému stáli v 70. letech minulého století Australané Bill Mollison a David Holmgren, kteří definovali permakulturu takto: „*Uvědomělá přeměna krajiny napodobující přirozené vztahy a vzorce, která poskytuje dostatek potravy, rostlinného materiálu a energie k uspokojení místních potřeb.*“

Za koncept permakultury dostal B. Mollison v roce 1982 alternativní Nobelovu cenu. Nejucelenější práce o permakulturních systémech je jeho kniha *Permaculture: A designer's manual* (1988). Do České republiky se permakultura dostala díky Karolu Končkovi, který byl spoluzakladatelem mezinárodní organizace Permakultura (CS) v roce 1997, která naplňuje své poslání ověřováním a aplikací permakulturního systému a technologií v našich podmínkách, vzděláváním veřejnosti a šířením informací v této oblasti.

### PRINCIPY uplatňované v permakultuře:

- Pozoruj a jednej.
- Zachycuj a uchovávej energii.
- Získávej výnos.
- Usměřňuj sebe sama a přijímej zpětnou vazbu.
- Využívej obnovitelných zdrojů.
- Nevytvářej odpad.
- Navrhuj od vzoru k detailům.
- Dej přednost začleňování před oddělováním.
- Využívej malých a pomalých řešení.
- Využívej rozmanitosti a važ si jí.
- Využívej okrajů a važ si okrajových systémů.
- Využívej změnu tvořivě a tvořivě na ni reaguj.

Obr. 12.1. Fungující permakulturní zahrada



Přírodní hospodářství je na rozdíl od současného využívání zemědělské půdy udržitelné, což je jeden z nejdůležitějších důvodů pro jeho zakládání. Hospodaření na permakulturních principech je po ekologickém zemědělství ještě efektivnější alternativou ke konvenčnímu zemědělství. Nejde o vytvoření ekologicky obhospodařované monokultury, ale o vytvoření rozmanité rostlinné

polykultury, ve které se rostliny a živočichové vzájemně podporují a poskytují si výhodné podmínky k životu (obr. 12.1 a 12.3).

Při tvorbě permakulturních zahrad se vychází z geologických, biologických a ekologických podmínek, které jsou typické pro dané území. Sázejí se původní odolné rostlinné druhy, potřebné mikroklima se zajišťuje pomocí větrolamů. K založení takové zahrady je z počátku zapotřebí většího úsilí. Asi po deseti letech se dá o zahradě mluvit jako o soběstačné.

Jedním ze základních předpokladů naplnění těchto vizí je dosažení určité míry potravinové a energetické soběstačnosti. K tomu je třeba vytvořit podmínky prostřednictvím vhodného designu domu a pozemku, na němž dům stojí (obr. 12.2). Zahrada tedy slouží především jako obnovitelná zásobárna potravy a energie, a také dům funguje v rámci celé řady různých vztahů a je začleněn do kontextu energetických toků krajiny a přírody. Důležitá je snaha o uzavřené cykly materiálních toků, které odpovídají přírodním koloběhům.

Dům v permakulturním konceptu má *být racionálně začleněn do kontextu energetických toků krajiny a přírody*, aby

1. byl schopen vytěžit z okolního prostředí co největší energetické zisky,
2. dokázal obstát před náporom živlů a
3. umožňoval majiteli efektivní přístup k obhospodařovaným pozemkům.

Obr. 12.2. Obydlí v permakulturním systému



Zde rozlišujeme tři nástroje permakulturního designu: SEKTOROVÁNÍ, ZÓNOVÁNÍ a SVAŽITOST.

**SEKTOROVÁNÍ** se týká přírodních sil, které pronikají na pozemek a k domu z vnějšku, tedy *větru, vody, ohně, slunečního záření, případně divoké zvěře*. Stačí zmapovat jejich působení a každou z nich lokalizujeme do jejího specifického sektoru.

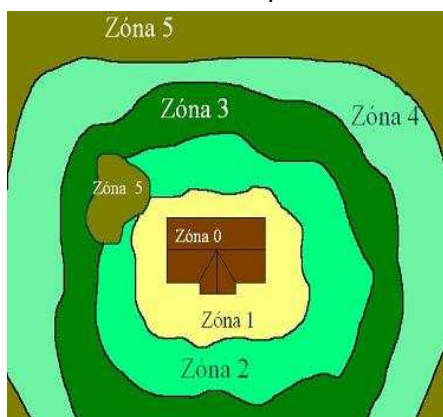
Víme-li například, že převažující zimní větry přicházejí ze severu, je tato světová strana tzv. zimním větrným sektorem. Vítr pak lze tlumit výsadbou větrolamu na severní straně pozemku nebo ho naopak využít třeba pro pohon turbíny.

Obr. 12.3. Součástí permakultury jsou i zvířata



**ZÓNOVÁNÍ** se týká vztahu člověka k domu a přilehlým pozemkům (obr. 12.4).

Obr. 12.4. Zónování v permakulturách



Permakultura rozlišuje **pět různých zón**, kdy **usedlost** (dům) představuje **zónu 0** a nejméně navštěvované oblasti spadají do zóny 5. **Do zóny 1: Plně zavlažovaná zahrada** náleží části pozemku, které využíváme nejčastěji a které vyžadují nejintenzivnější péči (bylinkový záhon nebo nízké jedlé keře). V **zóně 2: sady (zavlažované) a malý dobytek** chováme slepice, pěstujeme zeleninu, skladujeme dřevo apod. Nejvzdálenější části (**zóna 3: Komerční plodiny, oseté pastviny a plantáže (nezavlažované) přehrady a velký dobytek; zóna 4: Obhospodařované pastviny, lesy a mokřiny a zóna 5: Ekologický odkaz divočiny**) mají být využívány spíše extenzivně a s nejnižšími časovými vklady (pěstování palivového dříví, pastviny, divočina).

**SVAŽITOST** - Na svahu, dokonce i velmi mírném, působí část gravitační síly. Navrhne-li místo tak, abychom z této síly měli užitek, pak získáme energeticky efektivnější systém (např. umístění nádrží a přehrad. Erozi lze minimalizovat využíváním teras, zavodňovacích příkopů, přístupových cest po vrstevnici a dalších struktur, které zpomalují pohyb vody a půdy ze svahu.

V současné době existuje globální síť permakulturních projektů – The Worldwide Permaculture Network, kde je možné permakulturní aktivity a projekty registrovat, nebo se s nimi blíže seznámit. Známým a fungujícím projektem nedaleko českých hranic s Rakouskem je Krameterhof Seppa Holzera. Vzhledem k rozlehlosti pozemku je byt využíván spíše extenzivně a funguje také jako biocentrum (obr. 12.5). Jedním z neznámějších světových projektů je Melliodora v Austrálii. Jejím zakladatelem a obyvatelem je David Holmgren.

Obr. 12.5. Permakultura ve velkém





## IV. Agrolesnictví v ČR

### 15. Východiska agrolesnictví v ČR

V podmínkách České republiky je agrolesnictví spojováno především se získáváním nedřevních (zemědělských, ostatních, potravinových) produktů z lesa (*forest farming*). V současnosti brání širšímu uplatnění této činnosti především zákonná opatření (zákaz pastvy, hrabání steliva), ale i socioekonomická situace. Z běžně prováděných činností spadajících do této kategorie lze jmenovat například sběr lesních plodů, nebo hub. Nicméně tato činnost není postavena na záměrném pěstování, ale pouze pasivním sběru. Z tohoto hlediska lze tyto činnosti řadit k agrolesnictví pouze omezeně. Přesto o ekonomické stránce této činnosti hovoří čísla za r. 2012, kdy průměrná domácnost nasbírala asi 12 kg lesních plodů v celkové částce více než 7 mld. Kč pro celou ČR (Zpráva 2013).

Z dalších významných činností spadajících do systému *forest farming* lze uvést chov a lov divoké zvěře. Tento systém v ČR označovaný jako myslivost lze rovněž řadit do systému *silvopastoral*. Nicméně odlišné vlastnictví lesa a práva zvěř chovat a lovit vedou často k protichůdným požadavkům a nárokům na les, resp. zvěř. Výsledkem je špatně fungující systém, který s principy agrolesnictví má jen málo společného. Pastva domácích zvířat je naproti tomu ze zákona v lesích zakázána. V řadě chráněných území jsou přesto hledány cesty jak tuto činnost zlegalizovat. Důvodem je snaha o uchování specifických stanovišť, na něž je vázána řada vzácných druhů rostlin a organismů, a kde je pastva často nejvhodnějším managementovým opatřením.

Budoucnost agrolesnictví v České republice podobně jako v Evropě lze vidět především v pěstování dřevin na půdách zemědělských (*silvoarable, multipurpose trees, riparian buffer strips*).

Obrovský potenciál pro agrolesnictví jsou liniová společenstva podél vodních toků (*riparian buffer strips*) v převážně zemědělské krajině. Kromě nezpochybnitelné biologické funkce tyto porosty mohou plnit i funkci produkční. Např. Maděra a kol. (2007) uvádí pro břehové porosty vrby bílé v povodí řeky Odry roční produkci 50 t sušiny na ha. Funkce produkční je v řadě případů tlumena bezzásahovým režimem v těchto porostech. Z environmentálních funkcí břehových porostů lze vyzdvihnout především jejich schopnost odebírat z půdy a podzemní vody živiny především dusíkaté a fosforečné, a tak snižovat rizika eutrofizace. Významná je rovněž funkce protierozní (voda, vítr).

Pěstování dřevin na zemědělských půdách je živým tématem především v souvislosti se snižováním rozlohy zemědělských půd a energetickou koncepcí. Samotné plantážní pěstování dřevin na zemědělských půdách má blíže spíše pojmu farmové lesnictví než agrolesnictví. Souběžné pěstování plodin a dřevin (*silvoarable*) např. v řadách je i přes zkušenosti ze západní Evropy (Borrell et al. 2005) v ČR spíše teorií než praxí. Rozlišit můžeme dva přístupy: pěstování plodiny v meziřadách dřeviny a rozčlenění zemědělské plochy řadami dřevin. V ČR je přitom navržen systém krajinné zeleně (ÚSES). Řada těchto prvků by při jejich hospodářském využití, tedy pěstování nejen pro přírodu, ale i pro ekonomiku mohla dojít realizace. Pěstování dřevin pouze pro „přírodu“ je pro vlastníka logicky nezajímavé.

Rovněž záměrné pěstování dřevin na pastvinách (*multipurpose trees*), není v ČR běžným přístupem. Existující příklady jsou spíše relikty minulého hospodaření, které je snaha uchovat především z estetického hlediska. I zde je přitom potenciál k agrolesnickému využití pozemků např. v ovocných sadech.

Rozvoj agrolesnických přístupů brzdí také dotační politika. Bez jejího vhodného nastavení nelze v současnosti konkurovat zaběhnuté zemědělské praxi.

## 16. Polaření - pěstování plodin na lesní půdě ve fázi obnovy lesa

Podle klasifikačního zařazení se jedná o pěstování zemědělské produkce na lesní půdě v počátečních fázích vývoje lesa. Jedná se o velice prastarý způsob hospodaření, jehož počátky sahají do nejstarší historie kultivace krajiny člověkem (Nožička 1957).

Ve starší literatuře (Konšel 1931) je *polaření* nazýváno také „kopaninovým hospodářstvím“. První záznamy o polaření na našem území spadají již do 15. století. Na jeho rozvoj měl v té době vliv lokální nedostatek úrodné zemědělské půdy. Další rozvoj *polaření* nastává na přelomu 18. a 19. století. Kromě opětovného nedostatku úrodné půdy je praktikováno také jako prostředek k likvidaci buřeně, resp. k zakládání lesů na zdevastovaných (většinou silně zabuřenělých) plochách. Naopak v některých částech země je tento způsob odmítán, z důvodu možného vyčerpání (vymrskání) půd. Během dvacátého století se polařařilo především na specifických stanovištích, kde se prováděla celoplošná (velkoplošná) příprava půdy. Týkalo se to především luhů (stanovišť na živiny bohatých a vodou ovlivněných) a písčitých (vysychavých) stanovišť. Nicméně na konci 20. století je zaznamenán zřetelný pokles zájmu o *polaření*. Příčinou tohoto stavu byly restituční, odklon od celoplošné přípravy půdy a také celková socioekonomická situace (levné a dostupné potraviny, úbytek malozemědělců apod.)

*„Když pak v l. 1819 – 22 vydal Cotta spis o lesním polaření („Die Verbindung des Feldbaues mit Waldbau oder die Baumfeldwirtschaft“) a zvláště když se se jeho propagace s téměř fanatickou horlivostí u nás ujal Kryštof Liebich, došel tento systém ještě většího rozšíření. Mezi řádky mladých kultur se pěstovalo nejen obilí, nýbrž i proso, brambory a jiné plodiny. ... Lesní polaření mělo v řadách lesníků již v době svého rozkvětu odpůrce, kteří poukazovali na velmi závažnou nevýhodu, že totiž odjímá lesní půdě živiny potřebné k růstu lesa. Naproti tomu jeho obránci tvrdili, že při lesním polaření není úbytek živin větší než jejich ztráta, působená buření v mladých kulturách. I zkušenosti, které byly získány při lesním polaření zasloužily by důkladnějšího zpracování a zhodnocení“ (Nožička 1957).*

*Polaření* je spojováno se specifickými stanovišti, na kterých bylo prospěšné jak pro drobného zemědělce, tak pro les. V lužních lesích pěstování zemědělských plodin v meziřádcích jednak pomáhalo likvidovat vitální buřeně, jednak zlepšovalo půdní vlastnosti (hospodaření s vodou živinová bilance). Na vysychavých písčitých stanovištích měla plodina především funkci krycí, resp. poskytovala vysázeným rostlinám zástin.

Obr. 16.1. Ukázka *polaření* dubu letního s řepou na LZ Židlochovice (foto Libus).



Stanovištěm je dáno také spektrum dřevin, jichž se *polaření* týká. Jedná se především o dub, topol, ořešák, případně borovici. Jako plodiny jsou nejčastěji zmiňovány brambory, řepa, kukuřice, ale i domácí zelenina, naopak nevhodné jsou popínavé druhy jako fazole nebo dýně. Historicky je doloženo využívání také prosa nebo žita.

V současnosti je prováděno pouze meziřádkové *polaření* po předchozí celoplošné přípravě půdy. Rozestup pěstování plodin od stromků je 50 cm v případě řepy 40 cm. Maximální doba zemědělské kultivace v mladém porostu má být 3 roky. Z důvodu značného odběru živin není doporučováno pěstovat řepu více než jednou za celý cyklus. Kukuřici je doporučováno pěstovat v prvním roce po výsadbě (Mauer a kol. 2009).

Předpokladem úspěšného odrůstání stromků je kontrola prováděných prací ze strany lesního personálu, pokud se jedná o pronajaté pozemky.

Výhodou *polaření* je především snížení nákladů na zajištění mladého porostu. V nepolařených plochách je zajištění mladého porostu limitováno především vitální buřeně a její likvidací. Vliv *polaření* na půdní vlastnosti lze hodnotit následovně:

- provzdušnění +
- promíchání živin +
- vlhkost půdy (povrch) +
- likvidace buřeně +
- odběr živin - /+

Pozitivní vliv *polaření* na odrůstání mladých kultur lze dokumentovat na následujících příkladech:

- **Lokalita: Bzenec** – písky, věk 7 let (Němec 1935 in Karas 1996)

Výška nadzemní části u borovice lesní:

- nepolařená: 64,6 cm;
- polařená: 118,4 cm.

- **Lokalita: Strážnice** - luhy (Wako 1993 in Karas 1996)

Výška nadzemní části u jednotlivých dřevin vyjádřena v % polařená plocha/nepolařená plocha:

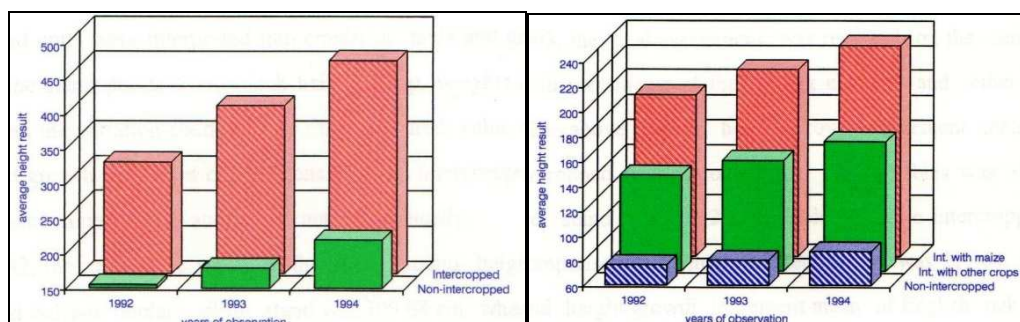
- DB 4 roky: 258 %;
- OR 4 roky: 243 %;
- TP 2 roky: 200 %.

- **Lokalita: Tvrdonice** – luhy, 6 let (Karas 1996)

Výška nadzemní části u porostu ze sjeje dubu letního:

- nepolařená: 94 cm;
- polařená: 212 cm.

Obr. 16.2. Výška nadzemní části u polařeného a nepolařeného topolu na bohatých písčích 1-3 roky od výsadby (převzato, upraveno - Sutuma 96) - vpravo.



Obr. 16.3. Výška nadzemní části u polařeného (kukuřice a ostatní) a nepolařeného porostu dubu letního na bohatých písčích 4-7 let od založení porostu (převzato, upraveno - Sutuma 96) - vlevo.



## 17. Zalesňování zemědělských půd

### a) Východiska a historické souvislosti

Z hlediska agrolesnictví je zalesňování zemědělských půd specifickou oblastí. Jestliže u agrolesnictví je nezbytnou součástí praktik vzájemná souvztažnost a spolupůsobení složek zemědělské produkce a dřevin, v případě zalesněných zemědělských půd je tato vazba redukována na časový okamžik přeměny zemědělské půdy na lesní. Principům agrolesnictví jsou blízké především ty případy, kdy dojde k tvorbě liniového společenstva lesního porostu v jinak převážně zemědělské krajině. Z hlediska kategorizace má zalesňování zemědělských půd blízko rovněž k praktice „improved fallow“ známé především z tropických oblastí.

Historicky je agrolesnictví podobně jako další krajině hospodářský management lesnictví a zemědělství spojené spíše s odlesňováním a změnou lesa na pozemky zemědělské (např. Sádlo a kol. 2005). Nicméně první zmínky o zalesňování zemědělských půd sahají už do 16. století. K zalesňování, resp. zarůstání zemědělsky obhospodařovaných pozemků však docházelo již dříve. Dělo se tak spontánně jako důsledek opuštění zkulturněné krajiny, především po válečných konfliktech (např. husitství, 30letá válka apod.) nebo hladomorech a epidemiích (Nožička 1957). K významnějšímu zalesňování zemědělských půd bylo přistoupeno na počátku 20. století. V tomto období se jednalo především o neúrodné, degradované a extrémní stanoviště. Kacálek a Bartoš (2002) uvádí, že v období let 1897 – 1945 bylo zalesněno v českých zemích celkem 18 408 ha. Významný nárůst zalesnění zemědělských půd byl zaznamenán po druhé světové válce, a to především v příhraničních oblastech. Mezi lety 1946 – 1967 je uváděno celkem 103 456 ha zalesněných zemědělských pozemků. Významný rozvoj zalesňování zemědělských půd nastal se změnou poměrů na konci 20. století. Racionalizace v zemědělství, opouštění méně rentabilních pozemků podpořené vstupem do EU a jednotná globalizovaná zemědělská politika vedla mezi lety 1994-2005 v ČR k zalesnění zemědělských půd v rozsahu 8 085 ha. Pozitivní vliv na zalesňování zemědělských pozemků měly samozřejmě dotační programy pro vlastníky nebo správce pozemku. Uvažovaný rozsah zalesnění v ČR se v současnosti pohybuje v rozmezí 38,7 – 158,8 tis. ha, resp. 200 – 1500 ha ročně (Špulák, Kacálek 2011, Poleno Vacek 2009).

### b) Současná legislativa a dotace

Proces zalesnění zemědělské půdy je změnou v charakteru pozemku a je spojen s poměrně náročnou administrativní procedurou. Tu absolvuje buď vlastník nebo nájemce pozemku, případně pověřená osoba. Změna zemědělské půdy na lesní vyžaduje dle současných pravidel a předpisů následující:

- identifikace parcely v terénu a výpis z katastru nemovitostí;
- zjištění u stavebního úřadu, zda územní plán umožňuje zalesnění pozemku;
- oslovení státní správy ochrany přírody, zda nemá vůči zalesnění námitek;
- vyjádření vlastníků sousedních parcel,
- případné stanovisko správců inženýrských sítí;

- podání žádosti na odboru životního prostředí obce s rozšířenou působností o vyjádření ke změně druhu pozemku a o vydání příslušného rozhodnutí;
- žádost o změnu ve využívání pozemku na stavebním úřadu;
- v případě kladného vyřízení žádosti - podání ohlášení na katastrální úřad žádosti o změně druhu pozemku;
- zpracování projektu zalesnění, který je základním dokumentem vlastního zalesnění a který vypracuje buď odborný lesní hospodář, nebo privátní poradce akreditovaný u Ministerstva zemědělství ČR;

Na zalesňování zemědělských půd se vztahují také dotace. V průběhu let se měnila jak pravidla, tak samotné dotační tituly (programy) z nichž bylo možné finance čerpat. V současnosti (do konce r. 2013) je platný dotační titul z Programu rozvoje venkova osa II. opatření 2.1. *Zalesňování zemědělských půd*. Pravidla poskytování dotací upravuje „*Metodika k provádění nařízení vlády č. 239/2007 Sb., o stanovení podmínek pro poskytování dotací na zalesňování zemědělské půdy, ve znění pozdějších předpisů*“.

Kromě výše uvedené administrativní procedury je podkladem žádosti skutečnost, zda je pozemek evidován v LPIS (registr zemědělské půdy), což lze zjistit u Agentury pro zemědělství a venkov. Dotace se vyplácí zpětně, a to u pozemků nad 0,5 ha. Výše náhrady dotace je každoročně upravována a je složena z následujících položek:

- úhrady nákladů spojených se zalesněním;
- dotace na následnou péči po dobu 5 let od vzniku porostu;
- náhrada za ukončení zemědělské produkce v délce trvání 15 let od zalesnění.

### c) Výběr pozemku

Rozhodnutí zalesnit zemědělský pozemek je právem vlastníka. Důvody jeho rozhodnutí mohou být i vzhledem k formě vlastnictví (stát, soukromá osoba, obec) různé, od ryze ekologických po čistě ekonomické. Obecně lze dle stavu, funkce a výhledu rozlišit několik kategorií zemědělských pozemků vhodných k zalesnění:

- pozemky se zvýšenou ekologickou, nebo krajinnotvornou funkcí: sem patří především pozemky navržené jako prvky ÚSES, dále břehové a protierozní prvky, případně liniová společenstva kolem cest a na hranicích pozemku. Do této kategorie lze rovněž zařadit zdevastované pozemky nebo plochy navržené k rekultivaci. Naopak z hlediska ochrany přírody lze jako nevhodné pozemky k zalesnění jmenovat např. stepní formace, rašeliniště a některá luční společenstva s výskytem vzácných druhů rostlin a živočichů.
- zemědělské pozemky dlouhodobě neobhospodařované: jedná se o plochy často již s pokročilou sukcesí dřevin, kde se dlouhodobě zemědělsky nehospodaří. V některých případech je sukcesí vzniklá dřevinná skladba v takovém stavu, že není potřeba pozemky zalesnit a stačí pouze provést administrativu převodu na lesní pozemky.
- ostatní vhodné zemědělské pozemky: především ty pozemky horších bonit, kde je zemědělské hospodaření nerentabilní, případně kde není o zemědělskou činnost

dlouhodobě zájem. V této souvislosti je potřeba uvést možnost „dočasného“ přerušení zemědělské činnosti. Jedná se o pozemky, které jsou z dlouhodobého hlediska k zemědělské činnosti vhodné a kde je i pravděpodobnost návratu k zemědělskému hospodaření. Na těchto pozemcích není proto vhodné provést zalesnění, ale je doporučováno, např. pěstovat rychle rostoucí dřeviny ve velmi krátkém obmýtí nebo vánoční stromky.

#### **d) Technologie zalesnění, skladba dřevin**

Vlastní realizace zalesnění pozemku vychází z projektu zalesnění, ve kterém je uvedeno následující:

- identifikační údaje žadatele, zpracovatele a pozemku;
- zařazení pozemku do SLT dle typologické klasifikace (SLT) provedené pracovníkem příslušné pobočky ÚhÚl;
- navrhovaná dřevinná skladba vycházející z platné legislativy CHS (cílový hospodářský soubor) – příloha č. 4 vyhl. č. 83/1996 Sb.;
- druh, kvalita a způsob pěstování sadebního materiálu;
- doplňkové údaje – příprava stanoviště, technologie výsadby, péče o kultury, termín realizace;
- přílohy, tj. kopie katastrální mapy s vyznačením okolních pozemků, kopie LIPS mapy s náčrtem rozložení dřevin po ploše a kopie vyjádření ÚHÚL o typologickém zařazení.

Podrobnosti o technologii zalesňování zemědělských půd lze najít v řadě odborných sdělení – např. Mauer a kol. (2009) nebo Poleno, Vacek (2009). Kromě výsadby cílových dřevin je doporučováno využití přípravných především listnatých dřevin, které jsou lépe adaptovány na prostředí holých ploch a pro něž hovoří i následující:

- absence půdní mikroflóry a mikrofauny na zemědělských půdách;
- vyšší trofnost a nižší acidita těchto stanovišť;
- zvýšený výskyt hniloby především u jehličnanů (smrk);
- větší zavětvení a níže nasazené koruny;
- zhutnění půdního podloží zemědělského pozemku;
- zvýšené nebezpečí poškození klimatickými činiteli a zvěří.

Výsadbu cílových dřevin je proto vhodné realizovat až do stávajícího přípravného porostu, resp. až po jedné generaci lesa. V této souvislosti je mj. diskutována otázka pěstování rychle rostoucích nepůvodních jehličnanů, tj. douglasky nebo jedle obrovské v první generaci lesa na zemědělských půdách ve zkráceném obmýtí. Výhodou tohoto postupu je především vysoká produkce v relativně krátkém čase.

## 18. Výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin (RRD) na zemědělské půdě

### a) Výmladkové plantáže – základní charakteristiky

Výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin jsou novou formou zemědělského hospodaření, která je založena na dvou základních vlastnostech vybraných odrůd a klonů dřevin, a to velmi vysokém hmotnostním přírůstu biomasy a současně na výborné pařezové výmladnosti, která umožňuje opakované sklizení nadzemní dendromasy ve velmi krátkém obmýtí (2-6 let) po dobu až 30 let. Produktem je štěpka, příp. tyčovina a nehroubí využitelné hlavně jako palivo (centrální a individuální vytápění, sdružená výroba elektřiny), ale i jako průmyslová surovina (výroba stavebních materiálů, pelet/briket, palet, sportovního vybavení aj.).

Hlavní důvody pro zavádění tohoto systému v hospodářsky vyspělých zemích a zejména v EU jsou především energetické a zemědělské, příp. krajinné:

- zvýšení podílu obnovitelných zdrojů na výrobě energie zejména v rurálních oblastech ČR;
- splnění mezinárodních závazků - snížení produkce skleníkových plynů a znečištění ovzduší náhradou zejména pevných fosilních paliv;
- rozvoj zemědělských oblastí s méně příznivými podmínkami (peníze za energii zůstávají v regionu, investice do nových technologií, nové pracovní příležitosti a aktivity);
- využití méně úrodné zemědělské půdy (oblasti LFA, suché poldry, erozně ohrožené půdy);
- zvýšení energetické soběstačnosti a snížení závislosti na fosilních palivech (od individuální do státní úrovně);
- posílení mimoprodukčních funkcí zemědělství (např. na regeneraci orné půdy, zvyšování biodiverzity intenzivně obhospodařované krajiny, stabilizaci hydrologického režimu).

Obr. 18.1 a, b. Výmladková plantáž – foto Weger



#### *Typy porostů a druhy dřevin:*

V našich přírodních podmínkách mají pro výmladkové pěstování vhodné vlastnosti vybrané druhy topolů a vrb. Jedná se zejména o velmi rychlý výškový a tloušťkový růst, který vrcholí již v první dekádě růstu, možnost vegetativního množení nebo také výbornou regenerační schopnost po seřiznutí (pařezovou výmladnost).

Topoly jsou tradičně používány pro krajinářské a hospodářské účely pravděpodobně již od římských dob. Pravděpodobně nejstarší známá odrůda hybridního topolu užívaná dodnes v praxi *Populus × canadensis* 'Serotina' vznikla zřejmě kolem roku 1790 ve Francii. Pro svou dlouhověkost a odolnost vůči chorobám je dodnes používána pro liniové a estetické výsadby ('Serotina Aurea') a zpevnění břehových porostů. Dodnes je například ozdobou pražských ostrovů a nábřeží.

Různé formy intenzivního pěstování topolů a vrb se v minulosti rozvinuly podle místních přírodních podmínek, poptávky, formy vlastnictví půdy a technického vybavení nejprve ve vybraných regionech Evropy a později i v dalších oblastech světa. V následujícím krátkém přehledu jsou uvedeny některé základní typy porostů RRD, které se dnes pěstují. Je však nutno zdůraznit, že flexibilita topolů a vrb a vývoj odrůd a technologií umožňuje nesčetné množství pěstebních variant, které se odlišují od uvedených základních typů porostů a pěstebních způsobů.

Tab. 18.1. Srovnání základních parametrů různých typů porostů RRD

	<b>Matečnice RRD</b> (reprodukční porost)	<b>Výmladková plantáž</b> (produkční porost)	<b>Ligni a (Silvi)kultura</b> (produkční porost)
<b>Obvyklé obmýtí</b>	1 rok	2–6 let (max. 8–10 let*)	8–20 let
<b>Opakování sklizně</b>	ano: 10–15×	ano: 4–8× ve stejném porostu	není možné
<b>Pěstování na půdě</b>	zemědělské (orná i TTP)	zemědělské (orná i TTP)	zemědělské resp. u nás jen lesní
<b>Sortiment</b>	topoly a vrby resp. jejich klony a odrůdy specifikované pokyny MZe, MŽP případně chráněné mezinárodním předpisy (UPOV, CPVO)		topoly resp. doporučené klony dle seznamu OLH Věstník MZe
<b>Hustota výsadby</b>	10 000 – 30 000 ks/ha	6 000–20 000 ks/ha	278–625 ks/ha
<b>Cílový produkt</b>	řízky pro zakládání výmladkových plantáží	štěpka, tyčovina, nehroubí pro energetické a průmyslové využití	sortimenty pro dřevařský, papírenský průmysl příp. nehroubí pro energ. štěpku
<b>Průměrný výnos za existenci porostu</b>	100–500 tis. řízků/ha/rok	5–19 t/ha/rok (sušiny**)	500–600 m <sup>3</sup> /ha/20–25 let (9–11 t/ha/rok sušiny*)

\* pro různé druhy dle Věstníku MZe III/2003 \*\* obsah vody 0%

#### *Definice a legislativa:*

Pěstování výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin pro energetické využití je v ČR upravováno zejména právními předpisy rezortů MŽP a MZe a také direktivami EU.

V souvislosti s potřebou definování některých pojmů pro Evropské zemědělské dotace (přímé platby SAPS aj.) byla na podzim 2009 zveřejněna definice, která poměrně dobře vysvětluje základní principy výmladkového pěstování rychle rostoucích dřevin:

„Rychle rostoucími dřevinami pěstovanými ve výmladkových plantážích“ se rozumějí oblasti osázené dřevinami kódu KN 0602 90 41 (pod tímto kódem se dle EC rozumí stromy, keře a keříky, lesní stromy), které zahrnují dřevité trvalé porosty, přičemž podnože a výmladkové pařezy zůstávají po sklizni v zemi a v nové sezóně z nich vyrůstají nové výhonky, uvedené v seznamu, jenž má být připraven členskými státy od roku 2010, který stanoví druhy, jež jsou vhodné jako rychle rostoucí dřeviny pro pěstování ve výmladkových plantážích, a jejich maximální cyklus sklizně.“

*(Článek 2(n) nařízení Komise (ES) č. 1120/2009; 29.10. 2009; nařízení Rady (ES) 6.73/2009))*

Jak je výše uvedeno, součástí definice v jednotlivých členských zemích je seznam vhodných druhů dřevin a maximální cyklus jejich sklizně (maximální délka jednoho obmýetí). Aktuální verzi seznamu pro ČR vydalo MZe ve Věstníku MZe III/2010.

*Klon je jedinec, který vznikl a je dále rozmnožován vegetativním způsobem (např. řízky, oddenky) z jedné původní rostliny. Jeho porosty jsou tedy geneticky uniformní. Klon není chráněn šlechtitelskými ani patentovými právy.*

*Odrůda (nebo také kultivar) je klon, který je výsledkem šlechtitelské práce a od jiných kultivarů a klonů se odlišuje významnými morfologickými znaky a pěstebními vlastnostmi. Odrůdy topolů a vrb pro energetické využití jsou chráněny podle zákona o ochraně práv k odrůdám (92/2000 Sb.) a mají registrované jméno dle Mezinárodního kódu pěstovaných rostlin (např. Salix 'Tora' nebo Populus nigra 'Pruhonice').*

### Zemědělství

Rozmnožování a distribuce sadby rychle rostoucích dřevin pro energetické využití se řídí podle pravidel zákona o oběhu osiva a sadby č. 219/2003 Sb., který je v souladu s evropskými direktivami. Rychle rostoucí dřeviny jsou v zákoně zařazeny do kategorie okrasné rostliny v § 25 (Rozmnožovací materiál okrasných druhů) a jsou v odstavci 6 uváděny jako "intenzivní kultury rychlerostoucích dřevin pro energetické účely. Sadební materiál (řízky, pruty a případně sazenice) mohou dodávat pouze producenti registrovaní u ÚKZÚZ při dodržení zákonných podmínek tzv. kritických bodů, jako je např. vedení evidence prodeje nebo kontrola karanténních škodlivých organismů. Dodržování kritických bodů kontroluje státní rostlinolékařská správa (SRS), případně ÚKZÚZ.

### Ochrana přírody a půdy

Základním právním předpisem, ze kterého vyplývá povinnost pěstitele mít souhlas místního orgánu ochrany přírody (OOP) s pěstováním výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin je zákon o ochraně přírody a krajiny č. 114/1992 Sb. Níže jsou uvedeny části paragrafů, které se týkají pěstování rychle rostoucích dřevin pro energetické využití.

#### § 3 – Vymezení pojmů

Odst. (1) b) významný krajinný prvek je ekologicky, geomorfologicky nebo esteticky hodnotná část krajiny. Významnými krajinnými prvky jsou lesy, rašeliniště, vodní toky..... údolní nivy.

*Poznámka: Údolní nivy jsou optimálními stanovišti pro pěstování výmladkových plantáží topolů a vrb, ale pokud se lokalita nachází v místě vyhlášeného významného krajinného prvku (např. údolní nivě s hodnotným lučním porostem) místně příslušný OOP pěstování výmladkových plantáží RRD nepovoluje.*

## § 5 – Obecná ochrana rostlin a živočichů

Odst. (4) Záměrné rozšíření geograficky nepůvodního druhu rostliny či živočicha do krajiny je možné jen s povolením orgánu ochrany přírody. Geograficky nepůvodní druh rostliny nebo živočicha je druh, který není součástí přirozených společenstev určitého regionu.

Odst. (5) Záměrné rozšiřování křížence druhů rostlin či živočichů do krajiny je možné jen s povolením orgánů ochrany přírody.

*Poznámky: Paragraf se týká velké části klonů a odrůd RRD. Ve zvláště chráněných územích (ZCHÚ) je pěstování nepůvodních druhů dle § 16 písm. h) zákona 114/1992 Sb. zakázáno. Výjimku může udělit správa ZCHÚ. Mimo ZCHÚ povoluje OOP pěstování nepůvodního druhu RRD na základě posouzení možných rizik pro ochranu přírody a krajiny. Dle výkladu zákona se jedná zejména o posouzení jejich invazní schopnosti a případného rizika ohrožení významných populací domácích druhů křížením. K rozhodnutí je možno využít ["Seznam rostlin vhodných k pěstování za účelem využití biomasy pro energetické účely z pohledu minimalizace rizik pro ochranu přírody a krajiny"](#), který je umístěn na stránkách VÚKOZ, v.v.i. Seznam byl vypracován dle zadání MŽP a je průběžně aktualizován na základě výsledků výzkumu a praxe. Všechny nové odrůdy RRD by měly být posouzeny podmínek zákona č. 114/1992 Sb a v případě kladného výsledku šetření zapsány do tohoto seznamu. Pokud nejsou v seznamu, může být jejich pěstování zakázáno místním orgánem ochrany přírody.*

Ochrana půdy obecně a tedy i při pěstování výmladkových plantáží RRD je řešena v rámci zákona č. 344/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu. Dřívější povinnost dočasně vyjímát půdu pro pěstování RRD ze zemědělského půdního fondu zanikla v roce 2003, kdy došlo v rámci novely vyhlášky Katastrálního úřadu (č. 26/2007 Sb., kterou se provádí zákon č. 265/1992 Sb. a 344/1992 Sb.) k vytvoření kategorie využití pozemků: plantáž energetických dřevin. Změna využití zemědělské půdy založením výmladkové plantáže se také uvádí do map LPIS a to do kategorie okrasné druhy (OD).

### *Výběr vhodných pozemků:*

Zásadní podmínkou pro dosažení dobrých výnosů matečnic a výmladkových plantáží je volba vhodného pozemku pro konkrétní druhy, klony a odrůdy RRD. Při volbě je nutno vycházet z jeho stanovištních (půdně-klimatických) podmínek.

Obecně je možno říci, že řada klonů topolů a vrb preferuje vodou dobře zásobená stanoviště, ať již srážkově (nad 600 mm/rok) nebo hydrologicky (hladina spodní vody 0.5-2 m). Některé druhy a klony snesou dočasné zaplavení po dobu 30 dní. Vybrané druhy vrb (*Salix alba*, *S. × rubens*) snesou ještě delší zaplavení, takže dobře prospívají na dočasně podmáčených stanovištích. Musíme však zvážit, zda bude na takové lokalitě možné použití mechanizace pro obhospodařování plantáže.



Podle dosavadních zkušeností většina vrb i topolů dává relativně malé výnosy na půdách zrašelinělých, vysýchavých a extrémně chudých. Topoly i vrby jsou převážně světlomilné druhy, stabilní zastínění jim nevyhovuje. Horní hranice produkčních výmladkových plantáží topolů a vrb se zatím u nás odhaduje okolo 550-600 m n.m.

Živinová zásoba našich zemědělských půd je obvykle dostatečná pro první roky pěstování RRD. Pokud je pH nižší než 4,5 je nutno provést vápnění. V případě nejasností týkajících se případného hnojení doporučujeme kontaktovat pracoviště pro konzultaci.

V praxi je při volbě pozemků možno využít informací popsanych v tzv. bonitační půdně ekologických jednotkách (BPEJ) zemědělských půd, které jsou na výpisu z katastru. Ta vyjadřuje pětimístným číselným kódem (např. 2.11.14 nebo 21114) hlavní půdní a klimatické podmínky, které mají vliv na produkční schopnost zemědělské půdy.

K výběru vhodných pozemků je možno také použít on-line výnosové mapy RRD na orné půdě i na TTP, které jsou přístupné na Geoportálu MŽP (<http://geoportal.gov.cz/web/guest/map>; Sekce Mapy, mapové kompozice, Inspire, III.20 energetické zdroje). Mapy, které byly naším pracovištěm vytvořeny s využitím výsledků dlouhodobého testování RRD a BPEJ, vylišují 5 kategorií zemědělských půd podle vhodnosti pro RRD a očekávaného výnosu biomasy. V případě nejasností s výběrem pozemku doporučujeme kontaktovat odborné pracoviště (*VÚKOZ, v.v.i. odb. fytoenergetiky a biodiverzity*) pro konzultaci.

#### *Výběr vhodných odrůd a klonů RRD:*

Pokud je zvolené stanoviště – zemědělský pozemek – pro RRD vhodný, je možno vybrat nejvhodnější klony, příp. odrůdy podle záměru pěstitele (např. na štěpku nebo palivové dřevo). Výběr se provádí na základě specifických vlastností a nároků jednotlivých odrůd/klonů, které jsou uvedeny v jejich popisu tedy například v publikacích VÚKOZ, v.v.i. nebo v materiálech prodejců zahraničních odrůd vrb a topolů.

Prakticky je možno vybírat topoly a vrby následujících typů a původů:

1. **Klony vrb a topolů z domácích sbírek** (zejm. VÚKOZ,v.v.i a VÚLHM,v.v.i.). Jedná se klony a odrůdy topolů a vrb (např. J-105, NE-42, P-468, S-195, S-218, S-337 aj.), které byly vybrány podle výsledků polního testování RRD v rámci výzkumných projektů VÚKOZ (probíhá od roku 1994). Klony nejsou chráněné šlechtitelskými právy a jejich pěstování v krajině bylo odsouhlaseno Ministerstvem životního prostředí z hlediska minimalizace rizik pro ochranu přírody. Sortiment obsahuje také odrůdy a klony domácích topolů a vrb, které jsou výsledkem šlechtění na VÚKOZ,v.v.i. a jsou určeny pro zvláště chráněná území, kde je pěstování nepůvodních druhů RRD zakázáno. Sadbu a informace o pěstebních požadavcích těchto klonů je možno získat na našem pracovišti, na našich poradenských stánkách (ISOZE) nebo od dodavatelů sadby RRD.

2. **Zahraňiční odrůdy vrb.** Jedná se zatím zejména o švédské, ale i polské a italské registrované odrůdy vrb (Tora, Inger, Tordis, Dobkowska, Drago a další) vyšlechtěné záměrným křížením převážně z druhu *S. viminalis*, ale i jiných druhů stromovitých a keřovitých vrb. Odrůdy jsou chráněny šlechtitelskými právy. Některé z nich již byly u nás pěstovány, příp. testovány. Sadbu je možno získat ze zahraničí od majitelů odrůd nebo od oficiálních dodavatelů např. v Polsku nebo Slovensku. Informace o jejich pěstování poskytují dodavatelé sadby nebo majitelé odrůdy.
3. **Zahraňiční odrůdy topolů.** Jedná se zejména o italské, ale i belgické nebo nizozemské odrůdy topolů (AF2, AF6, Monviso, Baldo, Vesten a další) vyšlechtěné záměrným křížením ze skupiny tzv. kanadských topolů (*P. x canadensis* = *P. x euroamericana*) nebo balzámových topolů ve firmách a ústavech zaměřených na problematiku pěstování topolů v těchto zemích. Odrůdy jsou chráněny šlechtitelskými právy. Některé z nich jsou již u nás pěstovány příp. testovány. Sadbu některých odrůd je možno získat od domácích dodavatelů nebo ze zahraničí od majitelů odrůd. Informace o jejich pěstování poskytují dodavatelé sadby nebo majitelé odrůdy.

Z hlediska zvyšování ekologické stability a druhové pestrosti výmladkových plantáží je také doporučováno sázet do jedné plantáže více klonů RRD, ať již v klonových směsích (více klonů na jedné ploše – například po řádcích) nebo klonových blocích (plochy klonů vytvářejí celou plantáž).

#### **b) Zakládání výmladkových plantáží a matečnic RRD**

Zájemci o pěstování rychle rostoucích dřevin, musí začít s přípravou pozemku a administrativy nejméně s ročním časovým předstihem.

##### *Předsadební příprava pozemku:*

Cílem přípravy pozemku je vytvořit optimální podmínky pro růst dřevin v prvních 2 - 3 měsících po výsadbě. V našich podmínkách se jedná zejména o maximální omezení růstu plevelů a optimalizaci fyzikálních vlastností půdy pro zakořenění dřevin (řízků, prýtů, případně sazenic). Plevelé omezují růst rašících dřevin dvojitým způsobem: jednak kořenovou konkurencí (připravují je o vodu a živiny) jednak nadzemní konkurencí vegetačních orgánů (omezují, až zamezují přístupu světla k rašícím řízkům, prýtům). Konkurence plevelů může v kombinaci s jinými nepříznivými vlivy (sucho, pomalé odplevelování) dokonce způsobit zvýšení ztrát v prvním roce do takové míry, že je lepší výsadbu zrušit.

Na intenzivně obhospodařované orné půdě obvykle stačí začít střední až hlubokou orbou na podzim před jarní výsadbou. Postřik herbicidem se provede podle výskytu plevelů na podzim před orbou nebo na jaře před výsadbou. Na zaplevelených lokalitách je nutné začít s intenzivním odplevelováním (min 2x za rok) už 1 až 2 roky před výsadbou v závislosti na převažujících druzích plevelů a zvolené technologii odplevelování. Obecně je preferováno a ověřeno opakované mechanické odplevelování v kombinaci s aplikací ověřených herbicidů (glykofosfáty). Při aplikaci přesně podle doporučených postupů je možné snížit účinné koncentrace na minimum. Aplikace herbicidu může být provedena jednak v přípravném roce nebo také těsně před výsadbou. U velkých výsadeb se ověřuje aplikace preemergentních herbicidů, které však zatím nejsou pro RRD povoleny.

Podzimní orbu a přípravu půdy na dobře odpleveleném pozemku je nejlépe provést tak, aby nebylo na jaře nutné již orat, ale jen kultivátorovat, případně půdu vyrovnat. Jarní orbou dojde k porušení přirozené kapilarity půdy, což v případě výskytu jarního přísušku může způsobit ztráty výsadeb. Hloubka orby závisí na místních půdních podmínkách a stavu pozemku. Na slehlých a těžkých půdách je vhodné rok dopředu provést hlubokou orbu (až do 50 cm), aby se zlepšilo provzdušnění půd na více let dopředu. Na ostatních půdách stačí střední orba (20-23 cm).

Pokud je nutné provést i jarní orbu (špatně odplevelené pozemky, utužená půda), provádíme ji co nejdříve, aby se včas obnovila půdní kapilarita. Na dobře připravených pozemcích stačí provést jen kultivaci a urovnání pozemku. V lučních porostech je nejeftektivnější celoplošná orba. Také je možná pásová příprava půdy např. oddrnovacím pluhem nebo rotavátorem.

#### *Příprava sadebního materiálu:*

U klonů topolů a vrb se nejčastěji sázejí řízky nařezané z jednoletých prýtů (prutů, výhonů). Ty se odebírají ve speciálních každoročně seřezávaných porostech „matečnicích“ nejlépe v únoru až březnu. Před řezáním řízků je nutno pruty skladovat v chladné místnosti, pokud možno s vysokou vlhkostí, např. v chladicím boxu. Nejvyšší kvalita řízků z hlediska čistoty řezu je možno připravit na pásové pile. Pro masovou produkci řízků se používají kotoučové pily. Stříhání zahradnickými nůžkami je namáhavější a pomalejší.

Standardní délka řízku je 20 - 22 cm a průměr od 0,7 do 2,5 cm na tenčím konci. Delší (ale dražší) řízky jsou vhodné na méně příznivé pozemky a oblasti např. s výskytem přísušků nebo do zaplevelených lokalit.

Řízky je nutné skladovat do výsadby ve vhodných skladovacích prostorách – podobně jako pruty z matečnice. Při krátkodobém uskladnění (1 - 2 měsíce) je optimální teplota 2 °C, ale při uskladnění dlouhodobém (3-5 měsíců) je nutné uchovávat řízky v mírném mrazu v rozmezí 0 až minus 4 °C. Pokud je ve skladovací místnosti vysoká vzdušná vlhkost, je možné řízky a pruty skladovat volně. V sušších skladovacích prostorách (všechny chladicí boxy) je vhodné materiál zabalit do igelitu nebo dát do igelitových pytlů, aby nedocházelo k jejich nadměrnému vysychání. Je nutné kontrolovat, aby se řízky v igelitu nadměrně nezapařovaly a následně neplesnivěly. Pokud zjistíme počínající plíseň, je nutné materiál alespoň z pytlů na určitou dobu vyndat a nechat vyvětrat. Při silném výskytu plísně je účinnější aplikovat fungicid (např. roztok modré skalice).

Těsně před výsadbou je nutné řízky namočit na 1 až 2 dny do vody o venkovní teplotě. Toto období je nutné prodloužit na 5 dní pro výsadby prováděné v obdobích nebo oblastech výskytu jarních přísušků.

#### *Výsadba:*

- Jarní termín výsadby

Určení optimálního termínu jarní výsadby řízků RRD závisí na místních půdních podmínkách a průběhu počasí v předjaří. Obvykle jsou řízky topolů a vrb sázeny od poloviny března do konce května, jakmile půdní vlhkost dovolí přístup sazečů nebo sázecích strojů na plochu. V oblasti trpící

jarními přísušky je řízky nejlépe vysazovat co nejdříve (březen), nebo naopak později po skončení přísušky. Když teplota půdy dosáhne +5 °C dochází k tvorbě kořenů.

Vhodné období pro jarní výsadby RRD obvykle končí koncem května, ale z praktických zkušeností jsou známé úspěšné výsadby i v pozdějších termínech, pokud byla sadba kvalitní.

#### - Podzimní termín výsadby

Zatím méně častý a i méně ověřený je podzimní termín výsadby. Používá se v oblastech s jarními přísušky (jižní Morava). Nejčastěji se sází v listopadu řízky z čerstvě sklizených prutů. Na těžkých půdách v pokusných podmínkách měly vrby srovnatelnou ujímavost jako při jarním termínu, ale topoly měly na podzim vyšší ztráty (o 30 - 40 %).

#### - Technika výsadby řízků

Řízky připravené na poli k výsadbě je nutné chránit před vyschnutím (založením do vlhké půdy nebo do jámy a zakrytím fólií nebo pevnou textilií). Řízky od dodavatelů ve větším množství jsou dodávány ve speciálních obalech, například ve voskovaných papírových krabicích s perforací (řízky si udrží dobrou vlhkost 7 - 10 dní). Před výsadbou je tyto obaly nutné skladovat na chladném místě a řízky lehce pokropit.

V případě manuální výsadby se řízky ručně zapichují rovně nebo mírně šikmo do připravené půdy. Tam, kde je půda slehlá a ruční zapichování nelze provádět kvůli poškozování řízku, je možno si vyrobit jednoduchý ruční sazeč z železné kulatiny o průměru okolo 1 cm. Tím se dělá do půdy úzká jamka, do níž se zasune řízek, tak aby vyčníval maximálně 3 cm nad povrch. Na těžkých jílovitých půdách je v případě nebezpečí utužení povrchu suchem lepší nechat řízky vyčnívat 3 - 5 cm nad povrchem, tak aby vrcholový pupen byl na úrovni povrchu. Vhodné je řádek před výsadbou označit napnutým provázkem tak, aby výsadba byla provedena rovně. Výsadba 1 ha může skupině 4 sazečů trvat 4-5 dnů.

V případě mechanizované výsadby je postup závislý na typu sázecího stroje (např. klasický lesnický dvojřádkový sazeč nebo speciální zahraniční sazeče na řízky nebo celé pruty). Jako u výsadby ruční je ovšem nutno dodržet zásadu, aby řízky nevyčnívaly více než 5 cm z půdy. Ve srovnání s manuální výsadbou je mechanizovaná mnohem rychlejší (0,5 - 1 ha/den).

#### - Schéma a tvar výsadby

V současnosti jsou pro výsadbu výmladkových plantáží používána dvě schémata výsadby:

- do jednořádků ve sponech: 0,3 – 0,5 m × 1,5 - 3 m – pro topoly a některé vrby (6-12 tis./ha);

- do dvouřádků ve sponech: 0,75 m x 0,75 m x 1,5 m – pro švédské a polské vrby (10-20 tis./ha);

Pro reprodukční porosty „matečnice“ topolů je v zahraničí používán také trojřádkový spon: 0,33-0,33-0,33 m × 1,5 - 2 m.

Určení přesného sponu závisí na dostupné mechanizaci, která bude používána k výsadbě a zejména k odplevelování a sklizni.

### ***c) Pěstování a ošetřování po výsadbě***

#### *Ochrana proti plevelům:*

Omezování plevelů před výsadbou a jeden i dva roky po výsadbě je klíčovou operací pro úspěšné založení matečnic i plantáží. Přílišná konkurence plevelů v roce výsadby vede ke zpomalení růstu a snížení výnosu biomasy při první sklizni. Navíc se prodlužuje doba odplevelování, což zvyšuje náklady. Na velkých rozlohách je opožděné odplevelování často fyzicky nezvládnutelné, protože jsou mladé rostliny špatně rozeznatelné od plevelů.

Plevel je potřeba proto omezovat co nejdříve po výsadbě bez rizika poškozování mladých výhonů, rašících z řízků obvykle do 10-14 dnů po výsadbě. Vlastní řádky je hned po dosažení možné odplevelovat ručně např. motykou, očkem případně ručně. Meziřádky se odplevelují mechanizovaně - diskováním, plečkováním, rotavátorováním – obvyklou zemědělskou mechanizací. U dvojřádků je prostor uvnitř možno udržovat ručními motorovými plečkami nebo rotavátory (šířka záběru 35 - 45 cm). Obvykle se odplevelování na málo zaplevelených plochách provádí 1 - 3x do roka. Pokud dosáhnou nové výhony v letních měsících výšky 80-120 cm není v odplevelování nutné pokračovat.

Chemická ochrana proti plevelům bývá používána zejména u velkých rozloh. Po vyrašení výhonů je aplikace složitá, protože topoly a vrby jsou na většinu povolených herbicidů (glykofosfáty) citlivější než běžné plevele. Postřik v kulturách RRD musí být prováděn velmi opatrně s kryty nebo smýkáním knotu.

Další vhodnou možností omezování plevelů je mulčování rostlinnou hmotou, která omezuje plevele a výpar z vrchní vrstvy půdy a dává k dispozici množství pohotových živin. Aby se dosáhlo efektivního potlačení plevelů, je nutné použít rostlinnou hmotu z dalších ploch, sesekaná hmota z vlastní plochy nestačí.

#### *Přihnojování a vápnění:*

Většina našich orných půd je v horizontu využívaném kořeny RRD dostatečně zásobená živinami (P, K, Mg, příp. N) na několik let po výsadbě. Ve starších porostech se část živin začíná vracet do orniční vrstvy z opadu listů a vznikajícího humusu. Hnojení průmyslovými hnojivy v prvních letech po výsadbě se proto doporučuje jen v odůvodněných případech na vlhkostně příznivých, ale živinově výrazně chudých stanovištích. V pozdějších letech je podle výsledku půdních rozborů možné doporučit přihnojování jako opatření pro zachování půdní úrodnosti po zrušení plantáže.

Půdy v trvalých travních porostech mají často vyšší pH. Pokud je nižší, než 4,5 je nutné provést jeho úpravu vápněním v přípravném roce.

V případě špatného růstu RRD z důvodu půdních vlastností doporučujeme se spojit s odbornými pracovišti (VÚKOZ Průhonice).

#### **d) Technologie sklizně RRD**

Výmladkové plantáže RRD se sklízí v tzv. velmi krátkém obmýtí, které se v našich podmínkách pohybuje mezi 2 - 6 roky. Pokud bude tedy celková doba existence plantáže 15 - 25 let, znamená to, že bude sklizena 4 - 7krát. Délku obmýtí je potřeba volit zejména podle druhu RRD, cílového produktu (štěpka, palivové dřevo) a výkonu sklízecích harvesterů. Pro pěstitele je také zajímavá relativní volnost při rozhodování o roku sklizně. Pokud není situace na trhu (poptávka) jeden rok výhodná, může se sklizní počkat do dalšího roku.

Nejvhodnějším obdobím pro sklizeň RRD na štěpku jsou zimní měsíce (prosinec – březen), kdy je obsah vody v pletivech nejnižší a je možno využít volných pracovních sil a strojů. Vhodné je také sklízet, když je půda zamrzlá a mechanizace nemá problémy s pohybem.

##### *Vícefázová sklizeň:*

Jednoduché přídatné zařízení na traktor nebo specializovaný sklízecí stroj podřezává v dané výšce kmeny RRD, které se ponechají jednotlivě nebo ve snopcích na plantáži. Po proschnutí na vzduchu (optim. 2-3 měsíce) jsou kmeny či snopky štěpkovány mobilním zařízením. Štěpka je dostatečně suchá (30–35 %), energeticky velmi vydatná a je vhodná i pro spalování v topeništích s nižším až středním výkonem. Tento způsob je náročnější na manipulaci, ale stroje jsou jednodušší (univerzální).

##### *Jednofázová sklizeň:*

Tento způsob využívá většinou samojízdné, ale i tažené sklízecí stroje schopné výroby dřevní štěpky přímo na ploše. Ta má vyšší vlhkost (50-55%), ale je okamžitě manipulovatelná a dopravovatelná. Pro spalování této vlhké štěpky jsou vhodná velká topeniště nad 1MW.

U nás i v okolních zemích jsou již k dispozici výkonné sklízecí stroje na bázi zemědělských řezaček se speciální sklízecí hlavou nebo menší sklízeče typu „feller chunker“ LWF a ABT-1 pro traktory s předním vývodem. Výkonnost řezaček je 0,5 až 1 ha/hod dle podmínek.

Obr. 18. 2. Jednofázová sklizeň RRD - foto Weger.



#### *Rušení plantáže a návrat stanoviště původnímu využití:*

Přibližně ve věku 15 - 25 let, když začne výnos produkční plantáže klesat pod úroveň ekonomické rentability, je vhodné přikročit ke zrušení plantáže. Stav půdy po 15 - 20letém pěstování RRD plantážovým způsobem závisí na několika faktorech, z nichž hlavní jsou úrodnost půdy, výnos plantáže a způsob jejího dohnojování. Navrácení pozemku původnímu použití (orané pole, louka, pastvina) je důležitou otázkou z hlediska ochrany zemědělského půdního fondu a podléhá kontrole MŽP (referátů životního prostředí na OOP a MÚ). Technologie rušení plantáží jsou dobře propracovány v zahraničí a byly úspěšně aplikovány i u nás. Po poslední sklizni jsou pařízky a povrchová část kořenového systému rozrušeny a zapracovány do půdy půdní frézou. Zbytky kořenů a pařezů je vhodné stáhnout bránami na okraj pozemku a případně využít. Po této operaci pokračuje standardní příprava půdy pro následující plodinu.

V případě, že je stav půdy po produkční plantáži dobrý nebo lepší (fyzikální vlastnosti, stav humusu), než tomu bylo před jejím založením, je možno plochu na jaře osít cílovou plodinou (obilí, traviny atd.). Pokud je živinová zásoba nízká, provede se dohnojení na základě výsledků půdních rozborů.

#### **e) Ekonomika výmladkových plantáží RRD**

Hodnocení ekonomiky energetických plantáží a celého procesu produkce a využití biomasy pro energetiku je značně komplikované, protože v sobě zahrnuje nejen vlastní „malou“ ekonomiku výrobních nákladů, která závisí na lokálních podmínkách, ale i problematiku poptávky a cen na současném trhu s energiemi, které jsou proměnlivě dotovány státem.

Cena biomasy (dřevní štěpky) k energetickému využití, které je u nás zatím získávána převážně z lesních těžebních zbytků, v posledních letech poměrně rychle roste vlivem rostoucí poptávky doma i v zahraničí a v současnosti se pohybuje v rozmezí 1000-1300 Kč/t čerstvé biomasy (vlhké 60%)



podle odběratele a regionu. Podle výsledků modelů ekonomiky RRD vychází, že rentabilní a konkurenceschopnou produkci štěpky z výmladkových plantáží RRD (za uvedené tržní ceny) je možno dosáhnout od průměrného výnosu 8-9 t (suš.)/ha/rok (za celou existenci plantáže). Předpokladem je však využití mechanizované výsadby, zajištění dobré pěstební péče a jednofázové sklizně pomocí sklízecího stroje (řezačky se sklízecím zařízením). Kalkulace odpovídá cenové úrovni paliv, služeb a dotací SAPs (TopUp) roku 2011. Návratnost počáteční investice je ovšem možno očekávat při tříletém obmýtí až mezi druhou až třetí sklizní (6. až 9. rok), s ohledem na relativně vysoké vstupní náklady na založení výmladkových plantáží RRD (40–60 tis. Kč). Příznivou zprávou pro pěstitele je, že náklady na sadbu a klíčové operace (výsadba a sklizeň) klesají v posledních 2 letech vlivem rostoucí konkurence a technologickým pokrokem.

Cena hnědého uhlí se pohybovala v uplynulých letech v rozmezí 1800-3300 Kč/t pro maloodběratele i některé menší energetické podniky. Pokud tedy předpokládáme, že výhřevnost severočeského uhlí je v praxi 12-16 GJ/t, je tedy možno říci, že cena štěpky z výmladkových plantáží může být při současných trendech i nadále v několika příštích letech konkurenceschopná i bez využití dotací SAPS.

## **19. Pěstování dřevin na zemědělské půdě – lignikultury**

Společným znakem pěstování dřevin na zemědělské půdě je intenzivní charakter kultur. Pěstování je založeno na používání ověřených technologií, stejně jako je tomu u jiných plodin běžně pěstovaných na zemědělské půdě. Intenzivní technologie umožňují dosáhnout vysokých výnosů v krátkém časovém období, takže obmýtí se pohybuje mezi 10 – 20 lety. Pěstovanými dřevinami jsou vždy druhy, které disponují specifickými vlastnostmi. Intenzivní kultury jsou zakládány s předem definovaným konkrétním pěstebním cílem, např. produkce barevného dřeva (třešeň ptačí, ořešák černý), produkce topolové dýhy. Proto jsou k výsadbě používány genotypy známých vlastností, buď selektované, nebo vyšlechtěné klony.

## **Topolové lignikultury**

Pěstování topolů nabízí širokou škálu pěstebních variant. Podle délky obmýetí, pěstebního cíle, způsobu výsadby a počtu rostlin na jeden hektar můžeme vymezit několik rozdílných typů topolových kultur. V různých zemích světa se setkáváme s různými názvy kultur a s různým pojetím pěstebních technologií. V přírodních a legislativních podmínkách České republiky lze v praxi realizovat dvě varianty.

### **a) Kultura s dobou obmýetí 10 - 12 let**

je charakteristická širším sponem, sklizeň se provádí ve zkráceném obmýetí. Pěstebním cílem je rychlá produkce topolové dřevní hmoty do průměru 0,25 m výčetní tloušťky kmene, která se zhodnotí především jako vláknina. Ve zkráceném obmýetí je možné pěstovat topoly také výhradně pro energetické využití na palivové dříví.

#### *Výsadba*

Příprava půdy se provádí celoplošně orbou. Na zaplevelených pozemcích předchází orbě chemická likvidace plevelů totálním herbicidem. Výsadba se provádí buď jednoletými nebo dvouletými sazenicemi do vrtaných jamek nebo na malých plochách i rýčem. Vždy musí být dodržena správná hloubka výsadby. Nadzemní část sazenice musí být zasazena o 0,15 – 0,20 m hlouběji než byla před vyzvednutím ve školce. Minimální hloubka jamky je tedy 0,40 – 0,50 m. Jamky vrtané mechanizací mají hloubku větší, zpravidla 0,50 – 0,80 m, což je důležité pro dobrou ujímavost topolů v případech, kdy se hladina podzemní vody nachází ve větší hloubce než 1 m. Na dobře odplevelené a připravené ploše je možné založit kulturu i výsadbou topolových řízků. Spon výsadby volíme v závislosti na tom, jaká mechanizace bude používána pro kultivaci meziřadí. Spon a hektarový počet sazenic souvisí také s plánovanou délkou obmýetí. Obvykle se pohybuje mezi hodnotami 2 × 2 m až 4 × 4 m. Dostatečně široký spon je podmínkou pravidelného každoročního přírůstu topolů.

Obr. 19.1. Příprava jamek pro výsadbu topolových sazenic.



### *Pěstební péče*

V prvním roce po výsadbě udržujeme povrch půdy bez plevelů pravidelnou meziřádkovou kultivací, v řádku se provádí okopávka sazenic. Pokud je kultivace půdy nahrazována kosením nebo chemickým ošetřením buřeně, nedosahuje růst topolů svého maxima, protože půda není kypřením provzdušněna. Na základě pokusů bylo zjištěno, že přírůsty v topolových výsadbách, které byly celoplošně kultivovány diskovými bránami, byly 1,6krát větší než u nekypřené varianty. Optimální doba udržování půdy pod porostem v černém úhoru je 5 let po výsadbě, během vegetačního období stačí provést 2 – 3 kultivace v prvních třech letech, v dalších dvou letech jednu kultivaci. V pozdějších letech je třeba likvidovat případný nálet jiných dřevin, které konkurují hlavnímu porostu.

Součástí péče o výsadby je ochrana proti škodám zvěří – okusu a vytloukání. Nejspolehlivější ochranou je oplocení kultury, jinou možností je použití různých typů plastových chráničů.

Vyvětřování topolů se provádí obvykle do takové výšky, aby projíždějící mechanizace topoly nepoškozovala. Při zvýšených požadavcích na kvalitu dřeva se topoly vyvětvují do výšky 5 m.

Ve věku 10 let dosahují topoly vhodných kultivarů v optimálních podmínkách výčetních průměrů okolo 0,20 m, výška porostu se pohybuje od 15 do 20 m. Omezení pěstební péče se na růstu a výnosu projevuje negativně.

Drobný vlastník půdy, který zakládá porost pouze pro energetické využití dřeva, může provádět v první polovině obmýti schématickou probírku při výchozím sponu 2 × 2 m.

### *Těžba a výnos*

Probírka i vlastní těžba porostu se provádí v době, kdy hustota porostu již dosáhla hranice, která omezuje přírůst. Vytěženou hmotu je možné beze zbytku využít. Silnější dimenze se zhodnotí jako vláknina, ostatní jako štěpka. Pokud je jediným pěstebním cílem palivové dřevo, pak se hmota manipuluje na palivové dříví a těžební zbytky se zpracují na štěpku. Štěpka je surovinou, která má využití v dřevozpracujícím a papírenském průmyslu, ve stavebnictví nebo v energetice.

Výnosné topolové klony produkují v podmínkách České republiky v 10 letech dřevní surovinu v objemu 60 – 100 m<sup>3</sup>/ ha. Výnos závisí na stanovištních podmínkách a pěstební péči.

Obnova topolové lignikultury se provádí výsadbou nového porostu. Výmladkovým hospodařením nelze vypěstovat následný porost stejné kvality jako porost založený opět sazenicemi.

Obr. 19.2. Topolová lignikultura na jižní Moravě, spon 4 × 4 m, věk 10 let.



### *Legislativní podmínky*

Pěstování topolů s obmýtím 10 – 12 let je možné pouze mimo pozemky určené k plnění funkcí lesa a na dobu maximálně 20 let. Tato podmínka platí i pro ostatní varianty pěstování dřevin na zemědělské půdě.

#### **b) Kultura s dobou obmýtí 15 - 20 let**

Tento typ kultury, i když v méně intenzivním pojetí, které je někdy nazýváno silvikulturou, je tradičním způsobem pěstování topolů na lesní půdě v klimaticky příznivých oblastech České republiky. Na pozemcích určených k plnění funkcí lesa je nutné dodržovat stanovené obmýtí pro topol, takže topolové porosty jsou vytěženy ve věku 25 – 30 let. Pro zalesňování zemědělské půdy je topolová kultura optimální jako první generace lesa s funkcí přípravného porostu pro běžné zalesnění dlouhověkými dřevinami. Pěstební technologie pro silvikultury byla odvozena od technologie pěstování topolových lignikultur na zemědělské půdě.

Intenzivní kultura topolů s dobou obmýtí 15 - 20 let je vhodným způsobem dočasného alternativního využití zemědělské půdy. Pěstebním cílem je produkce topolového dřeva v celé šíři sortimentu.

## *Výsadba*

Příprava plochy pro výsadbu se provádí chemickými a mechanickými prostředky. Spon u tohoto typu kultury je široký, pohybuje se v rozmezí od 4 × 4 m do 6 × 6 m. Pro Českou republiku byl v minulosti stanoven jako nejvhodnější spon 5 × 5 m, ale v současnosti se používá více spon 4 × 4 m, tj. 625 sazenic na 1 hektar. V příloze č. 6 platné vyhlášky č. 139/2004 Sb., je uveden minimální počet 400 sazenic na 1 hektar.

Kultura se obvykle zakládá jednoletými řízkovanci o minimální výšce 1,5 m (optimum je 1,8 m) do vrtaných jamek. Použití sázecího či školkovacího stroje je možné v lehčích půdách. Na stanovištích, kde došlo ke snížení hladiny podzemní vody, např. podél vodních toků prohlubováním koryta při těžbě štěrků, je nutné provádět výsadbu silnými sazenicemi nejčastěji s dvouletou podzemní a jednoletou nadzemní částí, která dosahuje výšky okolo 3 m. Silné sazenice musí být zasazeny do vrtaných jamek o průměru 0,30 – 0,40 m a hloubce 0,60 – 0,80 m. Při výsadbě je nutné sazenice postupně zasypávat zeminou a každou vrstvu přisypané zeminy udusat. Při výsadbě menších ploch se doporučuje zalít sazenic v nedosypaných jamkách, které se doplní až po zalití. Je možné i přihnojení granulovaným hnojivem pod kořeny pro lepší nastartování růstu po výsadbě. Pokud jsou tyto práce provedeny pečlivě, je ujmavost sazenic stoprocentní, což je při širokých sponech velmi důležité. Kulturu je možné vylepšit v následujícím roce po výsadbě, pokud je růst vysazených topolů pomalejší. Pozdější výsadby jsou zbytečné, protože topoly rostou tak rychle, že doplněné sazenice zůstávají v podúrovni porostu a během krátké doby hynou. Pokud mají vysazené sazenice v prvním roce přírůst okolo 2 m, vylepšování se neprovádí vůbec.

Stejně jako při výsadbě všech listnatých dřevin je třeba zajistit ochranu topolových sazenic proti okusu zvěří. Nejvýhodnější variantou je oplocení pozemku pletivem, které je po zajištění kultury, obvykle po 3 letech, přemístěno k další kultuře.

## *Pěstební péče*

V prvním roce po výsadbě udržujeme povrch půdy bez plevelů pravidelnou meziřádkovou kultivací, široký spon umožňuje kultivaci mechanizací ve dvou na sebe kolmých směrech. V řádku se okolo sazenic provádí okopávka. Pro udržování založené kultury je optimální metodou polaření, při kterém se mezi topoly pěstují v prvních dvou až třech letech různé zemědělské plodiny. Při tom dochází k pravidelné kultivaci půdy a odplevelování mezi řadami i v řadách, což výrazně zvýší přírůsty topolů. Polaření je vhodné jen u výsadeb ve sponu 3 × 4 m a větším. U nás je polaření pravděpodobně již minulostí. Péče o výsadby topolů je obvykle zajišťována meziřádkovou kultivací diskovými bránami v jednom směru. V řadách je třeba likvidovat buřeň alespoň vyžínáním. Velmi efektivní alternativou je odplevelení okolí sazenice herbicidem.

Optimální doba udržování půdy pod porostem v černém úhoru je 5 let po výsadbě, během vegetace stačí provést 2 – 3 kultivace. Do úplného zapojení porostu je vhodné ještě kosením omezovat buřeň a nálet různých dřevin, které topolům konkurují. V současné praxi se většinou sledují pouze aktuální náklady a provádí se jen nejnnutnější pěstební činnost, i když každá péče o porost se později projeví zvýšením výnosu. Kypření půdy kultivací má zvláštní význam na



stanovištích s nižší hladinou podzemní vody. Likviduje se tak nejen buřeň, která spotřebovává vláhu, ale snižuje se i výpar přerušením půdní kapilarity.

### Vyvětvování

Významným pěstebním opatřením u tohoto typu kultury je vyvětvování, které provádíme v prvních 4 – 5 letech po výsadbě. Smyslem vyvětvování je zamezit zesílení bočních větví, které by neměly mít v době zásahu větší průměr než 20 mm. Jestliže se vyvětvování provádí později a větve jsou již silnější, vzniká příliš velká řezná plocha a tím se zvyšuje nebezpečí napadení topolu houbovou chorobou. Nejvhodnějším termínem pro vyvětvování je doba od konce května do poloviny července, kdy se vzniklé rány rychle zacelují. Pokud se vyvětvuje v předjaří před začátkem vegetační doby, pak je nejlepší ochranou topolů nátěr fungicidním přípravkem.

První zásah se dělá u nejlépe rostoucích klonů již v průběhu druhé vegetační doby. Omezuje se pouze na vyřezání nejsilnějších výhonů prvního přeslenu větví a zároveň se ostříhají nejslabší větvičky do výšky přibližně 1,5 m. Na slaběji rostoucích stromcích můžeme tento zásah odložit o jeden rok. Ve druhém a třetím roce opět odstraňujeme nejsilnější větve a nejslabší větvičky v dolní části koruny. Ve čtvrtém roce postupujeme obdobně. Konečná výška vyvětvení kmene by měla dosahovat alespoň 6 m. V zahraničí se běžně vyvětvuje pomocí mechanizace do výšky 8 – 10 m, někdy až do 12 m. Cílem je získat co nejdelší plnodřevný kmen bez suků, který je nejcennější.

### Probírka

Při pěstování topolů v nejběžnějším sponu 4 × 4 m je nutná probírka v období od 8 do 12 let věku podle vývoje porostu. Počet stromů se zpravidla redukuje na polovinu. Probírku provedeme tehdy, když dochází k úplnému zápoji korun a hrozí jejich redukce v důsledku příliš velkého zastínění. Doba zásahu je tak určována vývojem porostu a liší se podle použitého klonu a podle stanoviště. U širokokorunných typů, jako je např. *Populus × euroamericana* klon 'Blanc du Poitou', je nutné na optimálním stanovišti probírat porost již v 7 letech. U úzkokorunných typů, jako je *Populus × euroamericana* klon 'NL-B-132b', je možné probírku o několik let oddálit. Příliš opožděný zásah se projeví jednak snížením přírůstu, jednak zhoršením zdravotního stavu. V letech, kdy dochází k nepříznivému průběhu počasí s velkými výkyvy teplot v zimním období, dochází u příliš zahuštěných porostů k výrazně vyššímu napadení dotichízou. Po dvanáctém roce věku se již zásahy omezují na nahodilou těžbu, kdy se odstraňují napadené a poškozené stromy.

Při širších sponech, např. 5 × 5 m a více, které jsou používány v zahraničí, se probírka neprovádí a tento spon je cílový.

### Těžba a výnos

Z hlediska ekonomické efektivnosti zhodnocení dřevní hmoty je nejvhodnější doba obmýtlí na optimálních stanovištích a při použití vhodných kultivarů 20 let. Po vytěžení topolového porostu je nezbytné veškerou nezpracovanou hmotu spálit nebo odstranit, jinak se stává potenciálním zdrojem šíření houbových chorob a hmyzích škůdců, které ohrožují další topolové porosty v okolí nebo nově zakládané výsadby. Toto pravidlo platí i pro probírkové zásahy.

V topolové kultuře je průměrný roční výškový přírůst 2 m. Např. hybridní klony *Populus × euroamericana* vysazené ve sponu 4 × 4 m mohou dosahovat výšky 14 – 17 m a výčetního průměru kmene 0,2 m ve věku 6 let v kultuře, v níž se provádí 2× za vegetaci kultivace diskovými bránami mezi řadami a 1× vyžínání v řadách. V prvních 2 letech jsou sazenice okopávány.

V mýtním věku u nejvýkonnějších klonů jako je 'Blanc du Poitou' dosahuje zásoba ve věku 25 let 600 m<sup>3</sup>/ha na optimálním stanovišti. U méně výkonných klonů neklesá pod 400 m<sup>3</sup>/ha. Roční přírůst porostu hybridních topolů se pohybuje okolo 20 m<sup>3</sup>/ha.

Hlavním využitím topolového dřeva a pěstebním cílem intenzivních kultur je vypěstování kulatiny pro výrobu řeziva a cenného sortimentu pro dýhárenský průmysl. Další část topolové hmoty se zpracovává na vlákninu, která je surovinou pro výrobu celulózy, papíru, dřevovláknitých desek. Veškerá ostatní hmota hroubí a nehroubí je vhodná k výrobě štěpky pro dřevozpracující průmysl, energetické využití nebo stavebnictví.

#### *Zpětná rekultivace*

Je-li topolová kultura dočasným alternativním využitím zemědělské půdy a po 20 letech je porost vytěžen, je nutné provést technickou a biologickou rekultivaci pozemku. Půdní frézou se odstraní zbytky pařezů i s kořeny do hloubky 0,4 – 0,5 m. V biologické fázi rekultivace se střídá mechanická kultivace s výsevem meziplodin a jejich zapracováním do půdy. Během jednoho roku je pozemek připraven pro jiné způsoby zemědělského využití.

#### **c) Sortiment topolů pro pěstování na zemědělské půdě v ČR**

Správná volba druhu a klonu topolu pro dané stanoviště je jedním z klíčových faktorů dosažení maximální produkce. Dlouhodobým ověřováním vhodného sortimentu včetně porovnávání výnosu s domácími druhy topolů se zabýval Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., výzkumná stanice v Kunovicích. Na základě hodnocení výzkumných ploch až do věku 25 let byl stanoven doporučený sortiment 22 hybridních topolových klonů. Po vzniku zákona č. 149/2003 Sb. byly všechny tyto klony uznány jako zdroje testovaného reprodukčního materiálu. Ověřování nových klonů pokračuje a starší klony budou nahrazovány novými výkonnějšími.

Základním ukazatelem pro výběr vhodného klonu je nadmořská výška stanoviště. Jak je uvedeno v následujících tabulkách, klony *Populus × euroamericana* (kanadského topolu) je možné pěstovat do výšky maximálně 400 m n. m. s výjimkou dvou klonů, které rostou až do výšky 600 m n. m., pokud se nejedná o exponované stanoviště. Klony balzámových topolů mají výrazně širší využití, dosahují velmi dobré produkce na vhodných půdách do nadmořské výšky 600 m.



Tab. 19.1. Přehled šlechtěných klonů topolů ověřených v podmínkách České republiky.

klony pro pěstování do nadmořské výšky max. <b>300 m</b>	
<i>Populus × euroamericana</i>	‘I - 476’
	‘I - 45/51’
	‘I - 500/53’
	‘NL-B-132b’
	‘Dolomiten’
	‘Flachslanden’
	‘Eckhof’
	‘Spreewald’
	‘NL-B-132 k’
	‘NL-B-132 m’
klony pro pěstování do nadmořské výšky max. <b>400 m</b>	
<i>Populus × euroamericana</i>	‘Blanc du Poitou’
	‘Löns’
	‘Neupotz’
	‘Heidemij’
	‘Gelrica’
klony pro pěstování do nadmořské výšky max. <b>600 m</b>	
<i>Populus maximowiczii × P. ×berolinensis</i>	‘Oxford’
<i>Populus maximowiczii × trichocarpa</i>	‘Androscoggin’
<i>Populus maximowiczii × trichocarpa</i>	‘NE - 42’
<i>Populus trichocarpa</i>	‘Fritzi Pauley’
<i>Populus × euroamericana</i>	‘Marilandica’
<i>Populus × euroamericana</i>	‘Virginiana de Frignicourt’

## 20. Nízký a střední les – „farm forestry in Czech Republic“

### a) Důvody pro zavádění nízkého a středního lesa v ČR

Hospodaření v nízkém a středním lese považujeme za tradiční způsob hospodaření, který vede ke vzniku palivového dříví a vysoce hodnotných sortimentů ze středního lesa. V minulosti bylo toto hospodaření postupně nahrazeno lesem vysokým kvůli poklesu využívání dříví a dřevěného uhlí jako zdroje energie.

Lesy na území České republiky historicky prodělaly podobný vývoj, jaký popisuje např. Szymura (2010) na příkladu lesů centrální Evropy. Od středověku byly využívány především k produkci slabých sortimentů a tříslové kůry z tzv. nízkých či středních lesů. Ekonomické změny datované do období kolem roku 1700 způsobily, že tyto lesy byly převáděny na lesy vysoké. Renesance opětovného využívání lesa nízkého a středního nastala v rozmezí let 1850 - 1900 z důvodu zvýšené poptávky po tříslové kůře. K roku 1900 se nízký les na území České republiky rozkládal na ploše cca 95 000 ha, což představovalo 4,1 % z rozlohy porostní půdy a les střední asi na ploše 60 000 ha (2,6 %) (MZe ČR 2000). Od tohoto období však výměra nízkých a středních lesů díky realizovaným převodům na les vysoký neustále jen klesala. V současné době se na území České republiky vyskytuje pouze přibližně 7 000 ha (0,26 %) nízkého lesa a cca 2 000 ha (0,09 %) lesa středního (MZe ČR 2009). Zdá se však, že v současnosti dochází k renesanci a zvyšování tlaku na opětovné využívání nízkých a středních lesů. Po změně hospodaření a zvýšení podílu tzv. světlých či otevřených lesů volají v současné době především biologové (např. Buckley 1992; Harmer, Howe 2003), kteří argumentují nutností zastavit pokles biodiverzity v současných vysokých lesích a do budoucna biodiverzitu zvyšovat (Ash, Barkham 1976; Camprodon, Brotons 2006; Gondard a kol. 2006; Konvička, Čížek, Beneš 2006; Hedl, Kopecký, Komarek 2010; Machar 2009; Mason, MacDonald 2002; Spitzer a kol. 2008; Szymura 2010; Van Calster a kol. 2008; Vodka, Konvička, Čížek 2009 aj.).

Neméně významným argumentem (po zvyšování biologické rozmanitosti) pro novodobé znovu zavádění nízkých lesů je produkce palivového dříví, resp. biomasy pocházející z lesní dendromasy. Tento obnovitelný zdroj energie je v současnosti v České republice využíván nejen při výrobě elektrické energie, ale především při výrobě tepla pro domácnosti. Tuto skutečnost dokresluje i růst cen palivového dříví v posledních dvou desetiletích (Buřka 2012). S ohledem na fakt, že se ČR (jako členský stát EU) zavázala, že do roku 2020 bude 13 % spotřebované energie pocházet z obnovitelných zdrojů (MPO 2010), je nutné vyzdvihnout význam právě tohoto tradičního zdroje energie. Svoji významnou roli by tak zde mohl, především v dlouhodobé perspektivě přesahující horizont roku 2020, sehrát případně znovu zaváděný nízký a střední les.

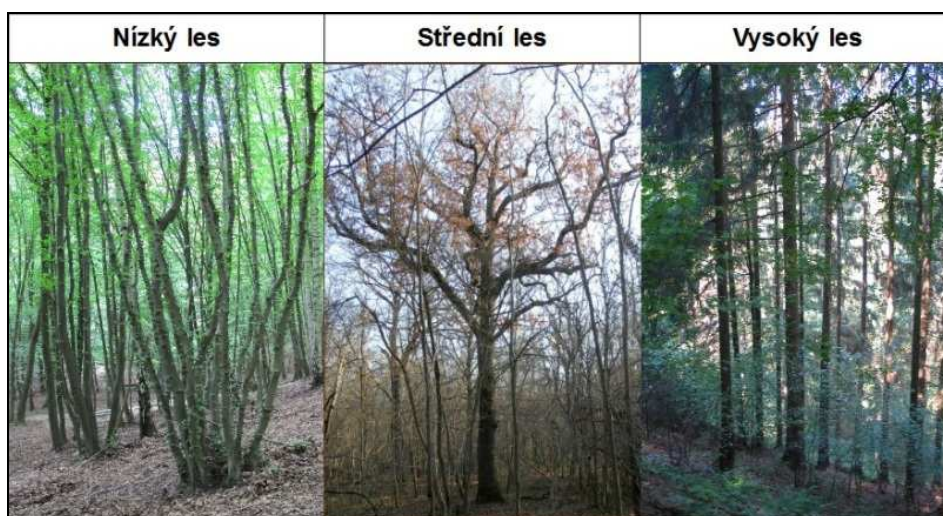
Tyto tradiční způsoby hospodaření (nízký a střední les) tak v současnosti především chápeme (Kadavý a kol. 2011) jako:

- potenciální zdroj energetické biomasy (nízký les),
- přírodě blízký způsob hospodaření (střední les),
- alternativu hospodaření.

## b) Základní pojmy

Na základě platné lesnické legislativy (vyhl. Mze ČR č. 83/1996 Sb.) rozlišujeme v současnosti tři základní hospodářské tvary lesa. Ty jsou definovány podle způsobu vzniku lesního porostu. Jsou jimi les: a) **vysoký**, b) **nízký** a c) **střední** (viz obr. 20.1). Les vysoký je definován jako hospodářský tvar lesa vzniklý ze semen nebo sazenic, les nízký (pařezina nebo les výmladkový) vzniká tzv. výmladností a les střední (sdružený) v sobě sdružuje jak výmladkově vzniklou složku porostu, tak složku jedinců semenného původu (výstavků). **Výmladnost** považujeme za typickou vlastnost obnovy především listnatých druhů dřevin, díky které jsou tyto dřeviny schopny po disturbanci (del Tredici 2001; Maděra 2009; Kadavý 2010) vytvořit ze spících oček **výmladky** neboli sekundární kmeny. Z praktického hlediska rozlišujeme výmladnost: a) pařezovou, b) kořenovou a c) kmenovou, podle místa vzniku obnovy. V minulosti byla nejčastěji využívána výmladnost pařezová či kořenová pro vznik lesa nízkého, výmladnost kmenová se naopak používala ke krmení hospodářských zvířat jako tzv. letnina. V souvislosti s hospodařením ve středním lese je nezbytné definovat pojem **výstavek**. Za výstavek považujeme především jedince generativního původu, kterého záměrně ponecháváme na porostní ploše při mýtní těžbě. Důvodem může být semenná obnova porostu, produkce jakostních sortimentů, popř. se může jednat o důvody ochrany přírody, estetické apod. Pokud na těžené ploše nízkého lesa ponecháváme, např. s ohledem na zvýšení kvalitativní produkce, výstavky, pak hovoříme o **lese nízkém s výstavky**. Tyto zde zpravidla ponecháváme „navíc“ po dobu jednoho následujícího produkčního cyklu nízkého lesa, poté jsou odtěženy.

Obr. 20.1. Srovnání lesa nízkého, středního a vysokého.



### *Hospodaření v nízkém lese*

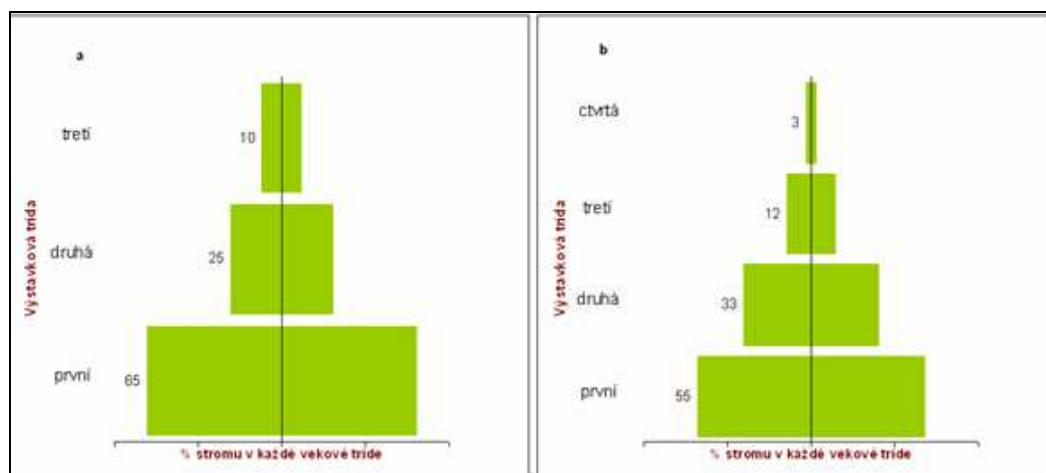
Hospodaření v nízkém lese považujeme za poměrně jednoduché (Polanský 1947). Výchova (známá především z vysokého lesa) se zpravidla neprovádí, což je pro lesního hospodáře důležité především z hlediska minimalizace nákladů spojených s obnovou lesa. Rozlišujeme tři základní typy obhospodařování nízkého lesa: a) varianta holosečná, b) les nízký s výstavky a c) varianta výběrná. U varianty holosečné se těžba celého porostu provádí zpravidla v rozpětí 10 – 30 (40) let věku

porostu. Platí, že čím se těžené porosty nacházejí na lepších stanovištích (bonitách), tím více se celý cyklus těžeb zkracuje a naopak. Tedy, na kvalitních stanovištích se na stejné místo vracíme zpravidla po 10 letech, na horších stanovištích později, cca po 30 – 40 letech. V případě lesa nízkého s výstavky, kdy na ploše porostu po těžbě mýtní ponecháváme cca 50 ks/ha výstavků (generativního či vegetativního původu), jsou tyto odtěženy až při následující těžbě lesa nízkého. Při této těžbě jsou zde opět ponechány nové výstavky a celý cyklus se takto znovu opakuje. U výběrné varianty se postupuje tak, že se provádí výběr stromů cílových tloušťek, které se těží. Při této variantě se tak nepracuje s holosečí. Těžba se provádí v krátkých cca 5letých intervalech, nositeli budoucí produkce se stávají ponechané výmladky (Coppini, Hermanin 2007; Hurt 2010). Typickým produktem nízkého lesa je palivové dříví, snahou hospodáře je tento sortiment maximalizovat.

### *Hospodaření ve středním lese*

Rozlišujeme dvě základní formy **hospodaření ve středním lese**. Buď klademe při hospodaření důraz na podporu horní – *výstavkové* – složky nebo hospodaření spíše orientujeme na podporu spodní – *výmladkové* – složky porostu. Hlavní snaha hospodáře je zde zaměřena na dodržení jistých proporcí mezi horní a spodní složkou porostu. Plocha cloněná korunami výstavků by neměla být menší než 10 % a větší než 30 % plochy porostu, výčetní kruhová plocha výstavků by měla dosahovat cca 50 – 60 % z celkové výčetní kruhové plochy porostu, celkový počet výstavků by neměl přesáhnout 150 – 200 ks/ha (Konšel 1931). Je nutné dodržovat nejen doporučený celkový počet výstavků, zároveň také respektovat správný poměr výstavkových tříd vznikajících v souvislosti s mýtní těžbou středního lesa (viz obr. 20.2). Hlavním cílem hospodaření v horní složce porostu středního lesa je maximalizace produkce kvalitních sortimentů a maximalizace jejich zpeněžení. Při hospodaření ve spodní výmladkové složce porostu středního lesa se postupuje podle obecných principů a zásad hospodaření v nízkém lese. Výjimku z tohoto konstatování tvoří fakt, že v dostatečném předstihu před těžbou výmladkové složky porostu z ní vybíráme jedince generativního původu (cca 50 – 100 ks/ha). Tito jedinci nebudou při těžbě odtěženi, ale budou na ploše do budoucna ponecháni, časem budou uvolňováni a budou dorůstat za průběžně těžené výstavky z horní složky porostu. Těžba výstavků probíhá v lese středním současně s těžbou spodní výmladkové složky. Spodní složka porostu středního lesa se těží zpravidla po 30ti letech (např. Hochbichler 1993), výstavky jsou hospodařením rozděleny zpravidla do čtyř věkových tříd (31-60, 61-90, 91-120 a 121+ let; viz obr. 20.2) a jejich těžba závisí na předem stanovených kritériích (jako např. tržní hodnota, zdravotní stav, hustota porostu apod.), jak uvádí např. Bruckman a kol. (2011).

Obr. 20.2. Doporučený procentický podíl počtu výstavků ve středním lese při třech (a) a čtyřech (b) výstavkových třídách (podle Konšel 1931).



### c) Typická stanoviště a dřeviny nízkého a středního lesa

#### Stanoviště vhodná pro nízký a střední les

Za základní faktor, který rozhoduje o obnově nízkého a středního lesa, považujeme výmladnou schopnost dřevin. Tato schopnost je vázána především na listnaté dřeviny. Listnaté porosty se v podmínkách České republiky vyskytují od nížin po horské polohy. Teoreticky je proto možno konstatovat, že hospodařit v nízkém a středním lese by v podmínkách ČR mělo být možné na podstatné části porostní půdy. Jednoznačně toto pochopitelně neplatí pro stanoviště přirozeného výskytu jehličnanů, méně již pro stanoviště přirozeného výskytu buku z důvodu jeho slabé výmladné schopnosti. A to i přesto, že historicky byl (např. Badoux 1906 In Bühler 1922) a mnohde ještě je pařezinový způsob hospodaření v bukových porostech aplikován (Ciancio a kol. 2006; Coppini, Hermanin 2007; Hurt 2010). Dá se tedy s jistou mírou zjednodušení konstatovat, že potenciální výskyt nízkých a středních lesů v ČR není omezen na nížiny, nebo jinak úzce vymezená území, ale na podstatnou část výměry našich lesů.

Pro podmínky území našeho státu je za optimální stanoviště pro hospodaření v nízkém a středním lese možno označit stanoviště například podle souborů lesních typů (SLT), resp. cílových hospodářských souborů (CHS), jak uvádí tab. 20.1. Uvedená stanoviště tvoří širokou škálu porostních a stanovištních podmínek pro hospodaření v těchto tvarech lesa (Knott a kol. 2011; Hurt a kol. 2011).

Tab. 20.1. Doporučená stanoviště pro lesy tvaru nízkého a středního na podkladu cílových hospodářských souborů (CHS), resp. souborů lesních typů (SLT) pro podmínky ČR.

CHS	Název CHS	Základní SLT (alternativní SLT)
19	Hospodářství lužních stanovišť	1L, 2L, 1U, 3U, (3L, 5L)
21	Hospodářství exponovaných stanovišť nižších poloh	1N, 2N, 1A, 2A, (1C, 2C, 3C, 3N, 4N, 2M, 2K, 3M, 4M, 2S, 2B, 2D)
23	Hospodářství kyselých stanovišť nižších poloh	1K, 2K, 1I, 2I, 2M, 3M, 4M – kromě exponovaných typů (1S, 2S, 3K, 3I, 5M, 1C, 2C, 3C)

25	Hospodářství živných stanovišť nižších poloh	1H, 2H, 1B, 2B, 1D, 2D – kromě exponovaných typů; 1W, 2W, 1V, 2V, 1O, 2O, (1S, 2S)
27	Hospodářství oglejených chudých stanovišť nižších a středních poloh	1P, 2P, 1Q, 2Q, 3Q, 4Q, (3P, 5Q, 0P, 0Q, 0O)
29	Hospodářství olšových stanovišť na podmáčených půdách	1T, 1G, (3L, 5L)
31	Hospodářství vysychavých a sušších acerózních a bazických stanovišť středních poloh	3C, 4C, 5C, (3A, 4A, 5A, 3W, 4W, 5W)
35	Hospodářství živných bazických stanovišť středních poloh	3W, 4W, (5W)
41	Hospodářství exponovaných stanovišť středních poloh	3N, 4N - kromě chudých typů, 3F, 4F (3K, 4K, 3A, 4A - expon. typy 3S, 4S, 3B, 4B, 3D, 4D)
43	Hospodářství kyselých stanovišť středních poloh	3K, 4K, 3I, 4I - kromě expon. a chudších typů (chudší typy 3S, 4S - 5M, 5K, 5I)
45	Hospodářství živných stanovišť středních poloh	3S, 4S - kromě expon. a chudších typů, 3B, 4B, 3D, 4D - kromě expon. typů, 3H, 4H (5W)
47	Hospodářství oglejených stanovišť středních poloh	3V, 4V - kromě podmáčených typů, 3O, 4O, 4P, (3P)

### *Dřeviny nízkého a středního lesa*

Za dřeviny nízkého lesa a spodní složky lesa středního se pro podmínky ČR doporučují následující druhy dřevin (Knott a kol. 2011; Hurt a kol. 2011): dub (*Quercus spp.*), habr (*Carpinus spp.*), jasan (*Fraxinus spp.*), javor (*Acer spp.*), jilm (*Ulmus spp.*), lípa (*Tilia spp.*), olše (*Alnus spp.*), topol (*Populus spp.*) a vrba (*Salix spp.*). Dále je možno použít: břízu (*Betula spp.*), jeřáb (*Sorbus spp.*), třešeň (*Prunus spp.*) a případně keře (líška, střemcha, krušina či svída). Z nepůvodních druhů dřevin se jedná o následující druhy dřeviny: akát (*Robinia spp.*) a kaštanovník (*Castanea spp.*).

Z listnatých druhů dřevin vhodných k pěstování v horní složce porostu formou výstavků lesa středního lze pro podmínky ČR doporučit následující (Knott a kol. 2011; Hurt a kol. 2011): dub zimní (*Quercus petraea (Matt.) Liebl.*) a dub letní (*Quercus robur L.*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior L.*) a jasan úzkolistý (*Fraxinus angustifolia Vahl.*), třešeň ptačí (*Prunus avium L.*) a jeřáb břek (*Sorbus torminalis (L.) Crantz*). Z jehličnatých druhů je možno k pěstování v horní složce porostu středního lesa doporučit borovici lesní (*Pinus sylvestris L.*) a modřín opadavý (*Larix decidua Miller*).

### **d) Produkce nízkého a středního lesa**

Produkce lesa, kterou vyjadřujeme v objemových nebo hodnotových jednotkách, je výsledkem jeho růstu. Z biologického hlediska považujeme růst stromu za nejzákladnější životní projev, který se uskutečňuje činností meristematických pletiv. Samotný růst pak označujeme za kvantitativně nevratné zvětšování objemu a biomasy živých organismů (Vacek 1995).

### Růst a produkce nízkého lesa

Srovnáním růstu a produkce lesa nízkého a lesa vysokého je možné charakterizovat růst samotného lesa nízkého následovně (Vyskot a kol. 1978): a) pařezové výmladky mají ve srovnání s jedinci semenného původu daleko rychlejší růst, který také dříve vrcholí, b) výškový a tloušťkový růst vrcholí asi o 10 až 20 let dříve než u jedinců generativního původu a poměrně rychle (po 20 až 30 letech) ochabuje, c) celkový průměrný přírůst (CPP) objemové produkce vrcholí v nízkém lese asi o 20 až 30 let dříve než v lese vysokém. S vědomím těchto závěrů lze pak vyzdvihnout, především z hospodářského hlediska, důležitou skutečnost, totiž že právě proto je možno les nízký těžít podstatně dříve než les vysoký a to bez výraznějších produkčních ztrát! Celková objemová produkce (COP) nízkého lesa tak může podle Vyskota (Vyskot a kol. 1978) při krátkých a s vyvrcholením CPP dobře sladěných obmýtních dobách (dobách sklizně) dokonce převyšovat objemovou produkci lesa vysokého.

K bližší charakteristice růstových a produkčních možností nízkého lesa nechť poslouží údaje z níže uvedených tabulek (tab. 20.2 a tab. 20.3). Tabulka 20.2 poskytuje údaje o srovnání výše objemové produkce (CPP) vybraných druhů dřevin nízkého lesa. Srovnání produkce lesa nízkého s lesem vysokým je obsahem tabulky 20.3. Údaje v obou tabulkách je možné interpretovat i s ohledem na kvalitu stanovištních poměrů (bonit) v ČR.

Tab. 20.2. Objemová produkce nízkého lesa v ČR (\*data pocházela částečně z nízkých lesů,\*\* v datovém materiálu byly zahrnuty i porosty jako součást již realizovaných převodů na lesy vysoké s obmýtím nad 40 let věku porostů).

Dřevina	Bonita			Autor
	nejlepší	střední	nejhorší	
	CPP m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> (věk kulminace přírůstu)			
Akát*	13,3 (10)	6,8 (15)	1,6 (20)	Korsuň, 1947
Dub**	13 (10)	6,1 (15)	2,8 (30)	Korsuň, 1954
Habr*	4,7 (48)	2,5 (55)	1,1 (60)	Korsuň, 1969
Olše*	14,4 (23)	8,1 (30)	3,2 (40)	Korsuň, 1966

Tab. 20.3. Srovnání objemové produkce nízkého a vysokého lesa v ČR (\* hroubí a klest, \*\* mladé cca 20leté porosty, \*\*\* mladé cca 30leté porosty, \*\*\*\* mladé cca 40leté porosty, <sup>x</sup> dospělé cca 120leté porosty).

Dřevina	Bonita			Autor
	nejlepší	střední	nejhorší	
	CPP m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> (věk kulminace přírůstu)			
Dub nízký les	13 (10)	6,1 (15)	2,8 (30)	Korsuň, 1954
Dub vysoký les*	8,5 (80)	6,5 (90)	4,8 (120)	Schwappach, 1920
Dub vysoký les*	16,1** (55) 6,3 <sup>x</sup> (130)	7,5*** (80) 3,8 <sup>x</sup> (160)	3,3**** (100) 7,0 <sup>x</sup> (90)	Černý, Pařez, Malík 1996
Olše nízký les	14,4 (23)	8,1 (30)	3,2 (40)	Korsuň, 1966
Olše nízký les*	9,9 (70)	7,5 (70)	5,3 (70)	Schwappach, 1920

### Růst a produkce středního lesa

Růst a přírůst spodní výmladkové složky porostu středního lesa probíhá téměř shodně jako u samotného nízkého lesa. Platí však, že pod výstavky je její růst slabší. O růstu a přírůstu výstavků z horní složky porostu středního lesa máme bohužel v současné době málo informací. Jedinci



doplnění sadbou nebo přirozenou generativní obnovou (výstavky) rostou v porovnání s lesem vysokým s velmi uvolněnými korunami. Výškový růst a přírůst se v průběhu jejich vývoje zpomaluje, naopak růst tloušťky a tloušťkový přírůst se urychluje (světlostní přírůst). Výškový růst výstavkových stromů proto bývá ukončen dříve než v lese vysokém, tloušťkový přírůst naopak pokračuje do vysokého věku. Přírůst lesa středního se na výborných bonitách vyrovnává přírůstu jehličnatého vysokého lesa (Konšel 1931). Otázka výše produkce středního lesa (ve srovnání s lesem vysokým) není bohužel ani dnes jednoznačně vyjasněna.

Bližší charakteristiku tří základních typů porostů středního lesa a jejich předpokládanou produkci objemu (zásoby) podává tabulka 20.4.

Tab. 20.4. Produkce typů horní výstavkové složky porostu středního lesa (podle Dengler 1935 a Kriso 1958).

Typ	Charakteristika	Počet výstavků (ks.ha <sup>-1</sup> )	Zásoba (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )
1	Malý počet výstavků a nízká zásoba	50 – 100	max. 100
2	Průměrný počet výstavků a průměrná zásoba	100 – 160	100 – 200
3	Vysoký počet výstavků a bohatá zásoba	160 – 200	200 (max. 400)

Ačkoliv předpokládáme, že minimálně cca 70 % z celkové hodnotové produkce středního lesa může tvořit palivové dříví (Schütz 1993), z hospodářského pohledu je důležitá finanční hodnota sortimentů výstavků. Za optimální dřevinu výstavků je považován dub, účelnější je však pestřejší druhová skladba (javor, jasan) se zaměřením na třešeň ptačí a jeřáb břek. Obě tyto dřeviny se prodávají na aukcích v cenách cca 50 tis. Kč.m<sup>-3</sup> za třešni a cca 100 tis. Kč.m<sup>-3</sup> za břek (Kantor 2010). Bohužel ekonomické závěry ze srovnání hodnotového výnosu lesa středního a lesa vysokého nejsou ani v současné době jednoznačné (Kneifl 2010).

#### e) Limity hospodaření v nízkém a středním lese ČR

Rozlišujeme dvě základní skupiny možných limitů hospodaření v nízkém a středním lese v ČR: limity a) obecné a b) právní povahy. Jak vyplývá ze závěrů kapitoly pojednávající o typických stanovištích a dřevinách nízkého a středního lesa (kap.20.c), teoreticky by bylo možné tato hospodaření zavést na převládající ploše ČR. Výjimku tvoří pouze stanoviště přirozeného výskytu jehličnanů a buku, pro jeho slabou výmladnou schopnost. Sama o sobě je tak omezující právě samotná výmladná schopnost dřevin, neboť ta se v našich podmínkách vztahuje především na listnaté dřeviny. Svoboda (1952) uvádí, že velmi dobrou pařezovou výmladnost mají habr obecný, jilm habrolistý, lípa srdčitá i lípa velkolistá, olše lepkavá a všechny duhy vrb. Dobrou pařezovou výmladností se vyznačují všechny druhy dubů, javor babyka, jilm drsný, olše šedá, jeřáb ptačí, topol černý a topol bílý. K druhům s malou pařezovou výmladností řadíme jasan ztepilý, javor klen a javor mléč, topol osika. Slabou pařezovou výmladnost mají buk lesní a bříza bělokora. Naopak velmi dobrou kořenovou výmladností se vyznačují především topol osika a topol bílý. Schopnost tvořit pařezové výmladky ubývá s věkem. Nejbohatší a nejsilnější výmladky se tvoří u mladých stromů, výmladnost klesá po cca 40 letech věku (Svoboda 1952). Většina listnatých dřevin s kmeny s tloušťkou do cca 15 cm produkuje ihned po provedené těžbě velké množství výmladků (Burns, Honkala 1990).

Českou republiku můžeme zařadit do kategorie států, jejichž lesní právo je založeno na preferenci ustanovení stanovících pravidla pro hospodaření v lesích tvaru vysokého, přičemž tvar lesa nízkého a lesa středního jsou pouze tolerovány jako okrajové (Flora 2010, 2011). Za omezující ustanovení tuzemských právních předpisů tak podle Flory (Flora 2010, 2011) můžeme považovat:

- české lesní právo pojem nízký a střední les nedefinuje,
- zákaz těžby pod stanovenou věkovou hranici porostů (80 let),
- povinnost zalesnit holinu (česká právní úprava nepředpokládá, že by při zalesňování holin bylo použito výmladků),
- povinnost používat při obnově určenou druhovou skladbu (tato je ovšem v lesích tvaru nízkého a středního již dána),
- nevhodné ukazatele pro výpočet etátu lesa nízkého a středního,
- problematické ustanovení lesního zákona týkající se velikosti a šíře holé seče (především v nízkých lesích bylo hospodaření na velkých holinách tradiční),
- bezvýjimečný zákaz snižování zakmenění úmyslnou těžbou pod hodnotu 0,7 pokud se neprovádí ve prospěch následného porostu nebo za účelem zpevnění porostu; ustanovení předpokládá existenci následného porostu již v okamžiku snižování zakmenění, což je podmínka v lese nízkém a středním těžce splnitelná.

Ač připouštíme, že většinu z výše citovaných omezujících ustanovení je při jednáních s orgány státní správy lesů možno vyřešit formou tzv. výjimek ze zákona, nezbyvá než si nepoložit otázku, zda toto udělování výjimek ze zákona nemůže do budoucna vést k jejich povýšení na pravidlo? V každém případě však platí, že nutností pro zavedení nízkého či středního lesa na konkrétním majetku je změna kategorie lesa na kategorii lesa zvláštního určení, s příp. následným využitím § 36 lesního zákona (velikost nebo přiřazování holých sečí apod.).

Limitujícím faktorem širšího využití nízkých a středních lesů v České republice je nepochybně také negativní povědomí lesnické obce o nízkých a středních lesích. Ač se drtivá většina současných lesníků s nízkým nebo středním lesem mohla seznámit pouze v poměrně vzdáleném zahraničí, je v jejich představách především nízký les, nebo pařezina, spojená s něčím méněcenným, podřadným. Les střední je pak pro většinu současných českých lesníků pojmem sice známým, přesto však často spojeným s velmi zkreslenou představou vzdalující se od skutečnosti na míle. Na základě informací převzatých a nezaložených na vlastní zkušenosti by velká většina dnešních lesníků nízký nebo střední les jako způsob hospodaření na jim svěřeném majetku neakceptovala. Praktické využívání obou zmiňovaných hospodářských tvarů lesa je však možné, ale není proveditelné bez opuštění zažitých předsudků a myšlenkových schémat v naší mysli (Kadavý a kol. 2012).

## **21. Východiska dlouhodobé udržitelnosti pěstování plodin na zemědělské půdě – osevní postupy a kategorizace zemědělského území**

Přibližně od poloviny 19. století nabyl vývoj zemědělství značně industriální charakter. Moderní agronomie, šlechtění rostlin a zvířat, pesticidy a hnojiva, antibiotika, stimulanty růstu a technický pokrok sice zvýšily výnosy plodin a užitkovost zvířat, ale už na přelomu 20. století a zejména pak v poválečném období se objevují důkazy o negativních vedlejších vlivech intenzivního hospodaření na prostředí, volně žijící živočichy a rostliny i na zdraví konzumentů – člověka. Např. z historie ochrany rostlin je známé, že taktika zaměřená na dílčí problémy vedla pouze k dílčím zlepšením. Sílí proto poznání, že ekologické a ekonomické problémy dnešního zemědělství již nelze řešit redukcionalistickými metodami.

Souvislosti a funkce zemědělské produkce se proto v posledních letech značně změnily. Nevyžaduje se již pouze produkce surovin (potravin, krmiv, surovin pro průmysl), ale v souladu s principy udržitelného rozvoje je kontrolován environmentální dopad hospodaření jednotlivých farem a jsou podporovány mimoprodukční činnosti zemědělců v krajině i v sociální sféře. Princip multifunkčnosti zemědělského hospodaření je v současnosti oficiální součástí společné zemědělské politiky EU. Vyjadřuje schopnost rozvinout v rámci agrárního sektoru i jiné než čistě produkční funkce, schopnost produkovat nejen komoditní, ale také „nekomoditní výstupy“, které se týkají externalit zemědělské výroby, zejména těch kladných.

S intenzifikací je spojena také specializace v zemědělské produkci a ztráta uvědomění si ekologických souvislostí v agroekosystému, podmíněná dostupností jednoduchých nápravných opatření např. ve formě pesticidů. V důsledku toho se řeší akutně vznikající problémy, nikoli jejich příčiny. Znečištění prostředí, napadení porostů nebo degradaci půdy nelze řešit případ od případu ad hoc, ale je třeba komplexního, celostního a udržitelného přístupu k zemědělství. Je nutné chápat zemědělskou farmu jako ucelený systém a brát v potaz vztahy mezi jejími součástmi. Jako řešení jsou proto vyhledávány holistické (celostní) přístupy, a přednost je dávana mnohostranné podpoře přirozených regulačních faktorů v agrosystémech, což umožňuje snížit spotřebu dodatečné energie. Velký důraz je kladen na flexibilitu a možnost zemědělce dodatečně si vybrat k danému minimu další z různých možných opatření.

K dosažení hospodářských cílů (výnosy, produkce, kvalita atd.) zemědělec kombinuje různé prvky (prostředí, plodiny, práce, materiál, stav finančních zdrojů, technické zásahy atd.) při respektování souboru omezení daných platnými pravidly ochrany životního prostředí, dostupností potřebných prostředků a fungováním podniku. Tato činnost představuje využívání rozhodovacích pravidel, provádění pěstitelských zásahů a hodnocení dosažených výsledků.

S ohledem na charakter a principy udržitelného zemědělského hospodaření na půdě lze za hlavními metodou řízení farmy a regulace produkčních procesů považovat osevní postup, který vytváří základní kostru agroekosystému, na níž navazují agrotechnická opatření prováděná k jednotlivým plodinám.

## a) Střídání plodin - osevní postupy

Dodržování pravidel střídání plodin a osevní postup tvoří základ agrosystému, ve kterém má řadu funkcí. Je hlavní metodou umožňující dosažení žádoucích úrovní parametrů půdní úrodnosti, kvality produkce, ekonomické a energetické efektivity. Měl by být tvořen vyváženou skupinou plodin a představovat nejlepší ze všech jiných možných rotací plodin s maximem pozitivních a minimem negativních vzájemných interakcí. Krátkodobá hlediska trhu a zisku by měla být optimálně spojena s dlouhodobými zájmy ochrany půdní úrodnosti s minimálními potřebami na vstupy a s možnostmi omezení negativních dopadů hospodaření na životní prostředí. V úvahu by měly být brány vlastnosti pěstovaných plodin, půdně-klimatické podmínky, infrastruktura, možnosti prodeje a zpracování produkce.

Dobře navržený osevní postup je základem systému rostlinné produkce tvořeného skupinou rotujících plodin, které jsou trvale ve vzájemné interakci a jsou doprovázeny flórou a faunou (přinášející přínos nebo škodící). Výsledkem tohoto uspořádání by měla být náhrada fyzikálně-chemických metod používaných při hospodaření metodami biologickými.

### *Historický vývoj osevních postupů*

Vhodným střídáním plodin (osevními postupy) se zabývá rolník od dob, kdy poznal, že úrodnost půd se vyčerpává neustálým pěstováním téže plodiny na stejném místě.

Z historického hlediska byla v počátcích pěstování využívána pro zemědělství především půda získaná žďářením lesů. Po několika letech pěstování polních plodin úrodnost této půdy výrazně poklesla.

Později se začala využívat tzv. přílohová soustava využívaná na našem území od doby prvobytně pospolné (4 tis. před n. l.) až do druhé poloviny prvního tisíciletí. Příloh (dlouhodobý úhor) je pozemek dříve obdělávaný, jehož cílem byla obnova půdní úrodnosti po obilných sledech. Charakteristické bylo, že se část pozemku nechala zarůst travinami na přibližně 10 až 15 let a byla využívána jen k pastvě hospodářských zvířat, která půdu zásobila živinami z výkalů. Docházelo tak k částečné regeneraci půdní úrodnosti.

Prvním uspořádaným střídáním plodin v našich zemích bylo zavedení trojhonného hospodářství (tzv. systém krátkodobého úhoru) asi v 9. století. To umožnilo trvalé a stálé obdělávání půdy střídáním ozimu, jařiny a úhoru. Úhorem byl nazýván pozemek, který byl ponechán jeden rok ladem a nebyl oséván. Oproti přílohové soustavě tak byla významně zkrácena doba, kdy na půdě nebyly pěstovány plnní plodiny.

Od 2. poloviny 18. století se stává střídání plodin důležitým činitelem v zemědělské výrobě. Uskutečňovalo se zprvu podle zkušeností, později bylo řízeno novými poznatky ve vědě a v technice – využívání nových plodin (brambory, cukrová řepa, jetel luční, kukuřice), vynález ruchadla (1827), využívání parních strojů (o roku 1856), Liebigova teorie minerální výživy rostlin (1840).

Úrodnost půdy se dá udržet a zvyšovat správným obděláváním a hnojením nejen k jednotlivé plodině, ale k celému účelně a správně volenému osevnímu postupu. Nestačí tedy pouhé hnojení a

zpracování půdy, ale také účelné střídání plodin. Historickým základem tohoto střídání plodin jsou tzv. klasické osevnické postupy:

- norfolkský osevnický postup (jetel, ozimá obilnina, hnojem hnojená okopanina, jarní obilnina),
- kentský osevnický postup (jetel, ozimá obilnina, luskovina, jarní obilnina).

Zavedení systému střídání plodin na našem území umožnilo podstatné zvýšení výnosů všech plodin, rozvoj živočišné produkce a zemědělského průmyslu. Klasický norfolkský postup však u nás většinou nebyl aplikován, šlo o jeho obměny s vloženými luskovinami a s ozimou řepkou.

#### *Význam osevnických postupů v agroekosystému a zásady střídání plodin*

Osevnický postup je pravidelné střídání plodin v prostoru (na pozemcích) a v čase (v jednotlivých letech) podle nároků plodin a záměrů produkce. Plodiny osevnického postupu se střídají za sebou na jednotlivých polích a současně v letech v rámci tzv. rotace plodin. Osevnický postup se správným střídáním plodin je i dnes jedním z nejučelnějších agrotechnických opatření v rostlinné produkci, kterým se nezvyšují náklady na výrobu, ale výsledkem je zvyšování produkce. Na úseku produkce má osevnický postup zajistit optimální využití půdního fondu daného území.

Důvody pro střídání plodin na půdě vyplývají z celé řady komplexně působících činitelů. Jde zejména o vztah plodin k vodě, živinám, vlivu na půdní strukturu, způsob zakořeňování plodin, vztah plodin k plevelům, chorobám a škůdcům, obohacování půdy hmotou zbytků rostlin, reakce plodin na organické hnojení, délku meziporostního období a projevy únavy půdy.

#### *Biologická hlediska střídání plodin*

##### *a) Vliv pěstovaných plodin na strukturu a fyzikální vlastnosti půdy*

Přímý vliv plodin na půdu je výsledkem činnosti kořenového systému rostlin. Kořenový systém ovlivňuje strukturu půdy mechanicky (tvorba agregátů), biologicky a chemicky. Kromě toho mají pozitivní vliv na strukturu a její stálost vůči vodě a mechanickým vlivům kořenové exsudáty a mikroorganismy produkující látky, které strukturu ovlivňují. Mimo tyto biologické vlivy působí chemicky na stmelování agregátů humus, zejména huminové kyseliny. Nepřímý vliv plodin spočívá v ochraně půdy rostlinným pokryvem. Rostlinný kryt chrání půdu před neproduktivním výparem, přehříváním půdy a dopadem dešťových kapek.

Vliv plodin na strukturu půdy spočívá tedy v tvorbě různého množství kořenové hmoty, době působení kořenového systému na půdu, intenzitě zpracování půdy, množství dodávaných organických hnojiv a na pěstebních technologiích včetně sklizně.

Největší pozitivní vliv na tvorbu půdní struktury mají jeteloviny a jetelotravní směsky, středně zlepšující účinek vykazují luskoviny, ozimá řepka a meziplodiny. Okopaniny s intenzivnějším zpracováním půdy do určité míry zhoršují stav půdy. Obilniny více nebo méně strukturu půdy poškozují.

Mezi mělkokořenící plodiny patří obilniny, len, hrách, vikev, jetel bílý, brambory a všechny trávy (obr. 21.1). Tyto plodiny využívají vláhu a živiny především ze svrchních vrstev půdy. Mezi hlubokokořenící patří vojtěška, vičenec, komonice, některé luskoviny, lupiny a bob, ale také cukrovka a kukuřice. Jsou to plodiny, jejichž kořeny dosahují hloubku 1 m a více. Střídání hlubokokořenících a mělkokořenících plodin má proto v osevním postupu velký význam.

Plodiny náročné na vodu jsou hlavně víceleté pícniny, trvalé travní porosty, cukrovka, brambory, kukuřice, aj. Středně náročné na vodu jsou obilniny, luskoviny, olejniny, aj. Méně náročné na vodu jsou ozimé a jarní směsky, čiroky, sudanka, mohár a cizrna. Podle hloubky kořenového systému si však plodiny dovedou vodu opatřit. Nejhlubší kořenový systém má vojtěška (přes 10 m i více).

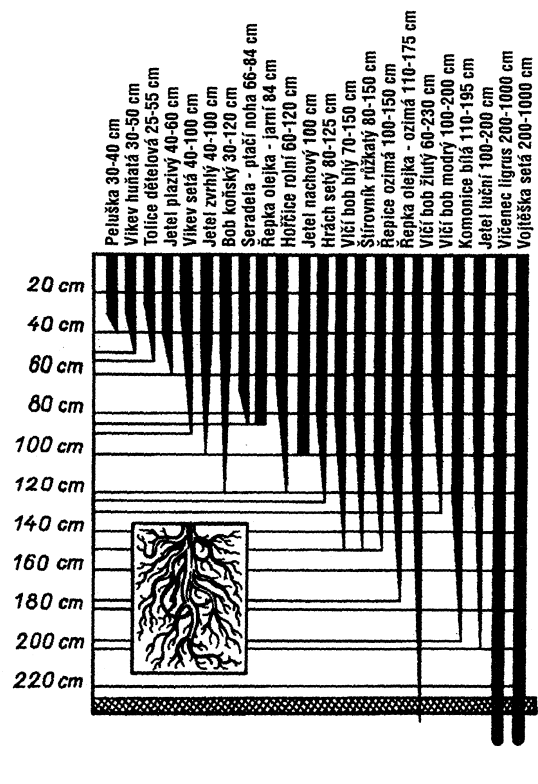
Nároky plodin na živiny jsou také rozdílné. Při odběru a využití živin z půdy je důležitá velikost kořenového systému jednotlivých plodin. Mohutný kořenový systém umožňuje příjem většího množství živin eventuálně i z větší hloubky půdy. Důležitou roli v zabezpečování rostlin živinami hrají bobovité plodiny pro jejich schopnost poutat vzdušný dusík pomocí hlízkových bakterií, a také převod fosforu, draslíku a vápníku z větších hloubek a do přístupných forem. Náročné plodiny na živiny jsou především okopaniny, olejniny, z obilnin pšenice, ječmen, kukuřice, dále některé zeleniny (rajčata a okurky), speciální plodiny. Méně náročné plodiny na živiny jsou víceleté pícniny, luskoviny, žito a oves.

### b) Únava půdy a snášenlivost plodin

Pří nerespektování zásad střídání plodin může dojít k tzv. únavě půdy, zvláště při opakovaném nebo příliš častém pěstování některých plodin na témže pozemku. Půda se pak projeví jako dočasně nevhodná pro tutéž nebo příbuznou plodinu, nikoliv však pro plodiny jiné. Únava půdy může být vyvolána těmito příčinami: nedostatkem některých živin, zhoršením fyzikálního stavu a struktury půdy (teorie nedostatková), přemnožením a nahromaděním škodlivých činitelů v půdě, porušením mikrobiologické rovnováhy v půdě (teorie organismová), vylučováním toxických výměšků kořenovým systémem rostlin nebo meziproducty rozkladu organické hmoty posklizňových zbytků (teorie toxinová).

Z výše uvedeného vyplývá tzv. snášenlivost rostlin téhož druhu při jejich pěstování po sobě nebo v kratším časovém úseku. Plodiny po sobě nesnášenlivé vyžadují delší časový odstup při jejich opětovném pěstování na témže pozemku. Nejdelší časový odstup vyžaduje len - minimálně 6 let,

Obr. 21.1. Schematické znázornění hloubky zakořeňování některých plodin.



cukrovka 4-6 let, jetel červený 4-6 let, ozimá řepka 4-6 let, oves 3 roky. Plodiny středně snášenlivé jsou luskoviny 3-4 roky, jetel bílý a švédský 3-4 roky, brambory 3-4 roky, obilniny 1-2 roky (lze i po sobě), mák 3-4 roky, vojtěška 3 roky, aj. Plodiny snášenlivé jsou kukuřice, sója. Kukuřice snáší pěstování i několik let po sobě.

Opakované nebo časté zařazování stejných nebo příbuzných plodin na témže stanovišti podporuje rozvoj specifických chorob a škůdců. S ohledem na šíření patogenů škodlivých činitelů je třeba pamatovat na prostorovou a časovou izolaci při pěstování plodin.

Kulturní rostliny mají dále různou konkurenční schopnost ve vztahu k plevelům. Podle toho je rozdělujeme do tří skupin:

- **plodiny vytvářející hustě zapojené porosty** se včasnou sklizní - jeteloviny, jetelotravní směsky, travní porosty, luskovinoobilní směsky a plodiny na zelenou píci,
- **plodiny vytvářející středně zapojené porosty**, především obilniny na zrno, které umožňují rozvoj plevelných trav a některých dvouděložných plevelů,
- **plodiny řídky zapojené** - okopaniny, částečně i luskoviny a olejniny.

#### *Pěstitelská hlediska střídání plodin*

Pěstitelská hlediska při střídání plodin se souhrnně vyjadřují tzv. předplodinovou hodnotou. Ta je dána komplexním působením morfologických a fyziologických vlastností plodin a dalšími faktory působícími na půdu a následnou plodinu:

- stupněm zastínění (stínové garé),
- délkou vegetační doby plodiny (délka doby krytu),
- vlivem kořenového systému plodiny na půdní vlastnosti, především na strukturu půdy,
- množstvím a kvalitou posklizňových zbytků (zvláště poměrem C:N),
- odčerpáním živin z půdy,
- odčerpáním půdní vody (vysoušení půdy),
- dobou sklizně (čas na přípravu půdy k následné plodině),
- ostatními činiteli (zaplevelení, choroby, škůdci apod.).

Předplodinová hodnota z pěstitelského hlediska se vyjadřuje rozdělením plodin do několika skupin:

- zlepšující a dobré předplodiny jsou plodiny bobovité (jeteloviny, luskoviny, jetelotravní a luskovinoobilní směsky), plodiny lilkovité (brambory, rajčata, papriky), cibulovité zeleniny (cibule, česnek, pór), plodiny brukvovité (ozimá řepka a některé zeleniny), některé listové zeleniny (špenát, salát), okurky, hnojené olejniny (mák), prádny len, konopí, tabák,
- středně dobré předplodiny jsou hnojem hnojené řepy a kukuřice a jednoleté pícniny,
- slabé až špatné předplodiny jsou obilniny - pšenice, ječmen, žito a oves,
- velmi špatné předplodiny jsou hustě setá slunečnice na zeleno, mrkev a petržel.

Schematicky jsou vztahy plodin v osevním postupu na obr. 21.2.

#### *Organizační a ekonomická hlediska střídání plodin*

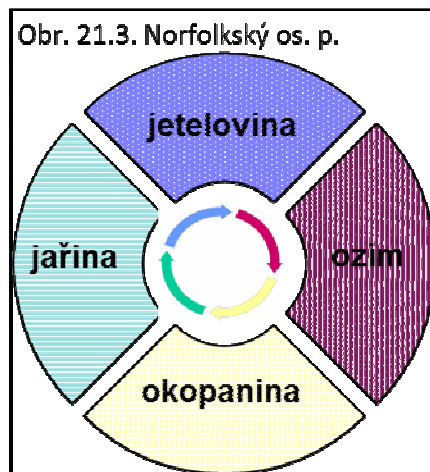
Při sestavování osevních postupů je třeba uvést do souladu biologická a pěstitelská hlediska s hledisky organizačními a ekonomickými. Je nutno zvážit délku vegetační doby každé plodiny s



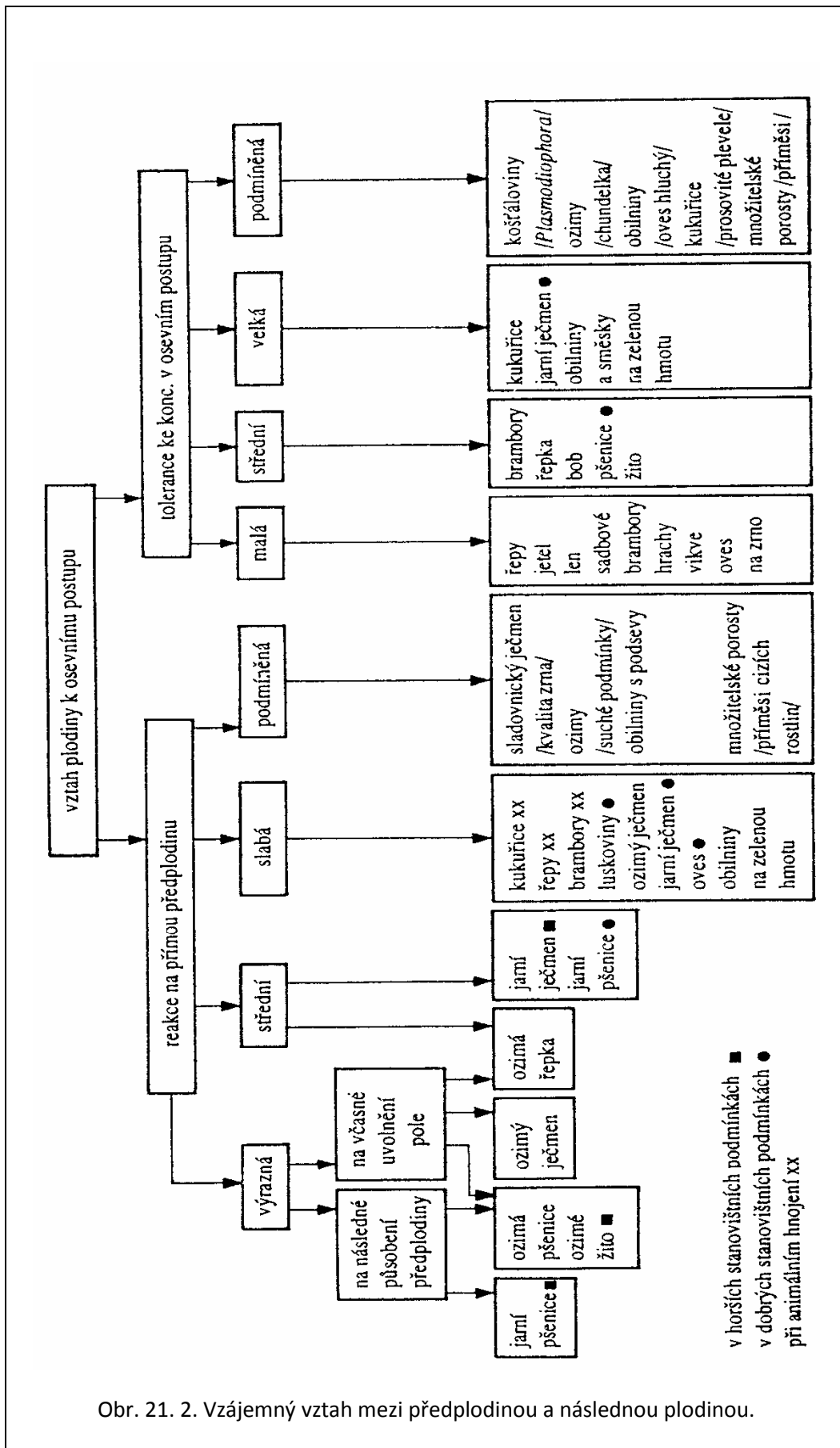
ohledem na předseťovou přípravu pro následnou plodinu a dobu setí následné plodiny. Při střídání plodin je snaha o maximální využití meziporostního období mezi dvěma hlavními plodinami zařazováním různých typů meziplodin, s dodržением agrotechnických termínů optimální doby výsevu nebo výsadby plodin. Při navrhování sledu plodin je třeba dbát na plynulost výroby, zabezpečení a využití techniky a pracovních sil bez pracovních špiček.

### *Způsoby střídání plodin*

Sled plodin v osevním postupu je možno realizovat několika způsoby, které jsou však odvislé od požadavků na zastoupení pěstovaných plodin. Klasickým způsobem je jednoduché střídání plodin, kde se střídá širokolistá plodina s plodinou úzkolistou; ideálním příkladem tohoto způsobu střídání je tzv. norfolkský osevní postup - jetelovina, ozim, okopanina, jařina (obr. 21.3). Tento osevní postup má ideální poměr plodin zlepšujících a zhoršujících. Další možností je tzv. dvojité střídání plodin podle Kónneckeého, které také vyžaduje stejné zastoupení zlepšujících a zhoršujících plodin a kde se střídají dvě „listnaté“ s dvěma „stébelnatými“. Častěji se využívá střídání plodin v rámci tzv. skupinových sledů, kde na širokolistou plodinu navazují dvě úzkolisté. V žádném osevním postupu by neměla chybět zúrodňující bobovitá plodina.



Osevní postupy bývají kombinací různých způsobů střídání podle potřebného zastoupení jednotlivých plodin. I když je možno nevhodnost předplodiny částečně vyrovnat kvalitním zpracováním půdy, hnojením a pesticidy, jsou to způsoby zvyšující vstupy do produkce plodin. Tento způsob je však z hlediska ekonomického v dnešní době velmi rozšířený, jelikož zemědělci musí velmi pružně reagovat na ceny a poptávku po jednotlivých zemědělských komoditách.



Obr. 21. 2. Vzájemný vztah mezi předplodinou a následnou plodinou.

## Nároky hlavních plodin na zařazení do osevního postupu


### Obilniny

Obilniny u nás zaujímají stále v průměru 50 i více procent orné půdy. Z výsledků pokusů i zkušeností zemědělské praxe je známo, že pro obilniny je předplodina významným faktorem při tvorbě výnosu (obr. 21.4). Většinou nelze vliv nevhodné předplodiny vyrovnat ani vyššími dávkami průmyslových hnojiv, zvláště v méně příznivých podmínkách.

- Hlavním limitujícím faktorem zařazení a koncentrace obilnin v osevním postupu jsou choroby pat stébel a kořenů (*Pseudocercospora herpotrichoides* a *Gaeumannomyces graminis*). Nejvíce jsou jimi napadány a poškozovány ozimá pšenice a ozimý ječmen, středně jarní ječmen a žito a nejméně oves. Při vyšším zastoupení obilnin na orné půdě mají tyto choroby stoupající tendenci výskytu.
- Obilniny odčerpávají z půdy jen pohotové živiny, kromě ovsa.
- Obilniny zanechávají v půdě střední množství posklizňových zbytků.
- Obilniny umožňují větší zaplevelení půdy zejména lipnicovitými plevele, např. pýrem plazivým, ovsem hluchým, chundelkou metlicí, ale též dvouděložnými plevele - hlavně svízelem, rmeny, heřmánkovci a také v poslední době violkou rolní a trojbarevnou.


Obr. 21.4. Vhodnost předplodin pro obilniny.

PŘEDPLODINY	NÁSLEDNÉ OBI LNINY					
	Pšenice ozimá	Pšenice jarní	Žito ozimé	Ječmen jarní	Ječmen ozimý	Oves
Pšenice ozimá	2	2	2		3	
Pšenice jarní	2	2	2	2	2	2
Žito ozimé	2	2	2		3	
Ječmen jarní	3	3	2	2	3	2
Ječmen ozimý	3	3	3	3	3	3
Oves			2	2	2	
Kukuřice na zrno	3		3			
Luskoviny						
Lusk.obil. směsky						
Cukrovka	3					
Brambory	3		3		3	
Vojtěška	1		1		1	
Jetel, jetelotráva						
Kukuřice na siláž	3		3		3	
Řepka ozimá						
Len						

 velmi vhodná předplodina

 nevhodná předplodina

 podmíněně vhodná předplodina

 vhodná předplodina s vyšší dávkou prům. hnojiv

1 = s výjimkou sušších oblastí  
 2 = v případě, že obilní předplodina následuje po víceletých pícninách nebo hnojem hnojených okopaninách  
 3 = v příp. včasné sklizně předplodiny

### Luskoviny

Luskoviny jsou velmi dobré předplodiny, obohacují půdu o dusík, svým hlubokým kořenovým systémem prokypřují půdu ve spodnějších vrstvách a vynášejí z nich i další živiny - fosfor, draslík, vápník, které tak vrací do svrchních vrstev půdy. Mají různě dlouhou vegetační dobu, zastiňují povrch půdy, vytvářejí „stínové garé“ na půdě. Druhová pestrost umožňuje jejich pěstování ve všech výrobních oblastech. V osevním postupu jsou často řazeny po obilninách. Samy po sobě jsou většinou nesnášenlivé (mimo sóju) a vyžadují časový odstup 3-4 let (bob a fazol 2 roky). Nevýhodou je jejich pomalý počáteční vývoj a nebezpečí rychlého zaplevelení.

### Olejninny

Olejninny jsou listnaté plodiny různých druhů. Požadavky na zpracování půdy, předplodiny a výživu a jejich vliv na půdu je obdobný jako u okopanin. Mají poměrně málo vyvinutý kořenový systém a nižší resorpční schopnost, jsou tedy náročné na dostatek přístupných živin v půdě. Vyžadují proto dobré předplodiny, nebo hnojení chlěvským hnojem. Zanechávají půdu v dobrém živinném a strukturním stavu, jsou dobré předplodiny (kromě slunečnice).

### Přadné rostliny

Přadné rostliny se pěstují pro vlákna stonků. Kromě vláken produkují i olejnatá semena. Jsou to plodiny staré půdní síly, náročné na dostatek pohotových živin v půdě. Samy jsou dobrými předplodinami.

### Okopaniny

Okopaniny jsou plodiny s dlouhou vegetační dobou využívající půdu po celé vegetační období. Jsou to plodiny náročné na půdní stav a dostatek živin, většinou jsou hnojeny chlěvským hnojem nebo jinými organickými hnojivy. Patří ke zlepšujícím plodinám. Vyžadují hluboké základní zpracování půdy (hluboká orba, podrývání). Jsou to většinou plodiny s meziřádkovou kultivací, která napomáhá dobrému rozkladu organických hnojiv, rozvoji mikrobiální činnosti půdy i odplevelování půdy. V letním období půdu dobře stíní.

Okopaniny zanechávají v půdě menší množství posklizňových zbytků. Hnojení okopanin vyrovnává vliv nepříznivé předplodiny, proto bývají zařazovány do osevních sledů po obilninách. Zhoršují sice částečně zpracovatelnost a strukturu půdy, jsou však celkově velmi kladným článkem osevního postupu, tvoří spolu s jetelovinami jeho kostru. Jejich začlenění do osevního sledu by mělo být pravidelné, obvykle po 4 letech.

### Víceleté píceiny - jeteloviny

Víceleté píceiny jsou základní, vysoce zúrodňující plodiny, které spolu s okopaninami hnojenými hnojem tvoří kostru osevního postupu. Posklizňové zbytky víceletých píecin jsou velmi kvalitním humusotvorným materiálem, který se rychle v půdě rozkládá a příznivě ovlivňuje výnosy následných plodin. Křenové výměšky a meziproducty rozkladu posklizňových zbytků působí příznivě na rozvoj půdní mikroflóry.

V osevním postupu působí víceleté pícniny také fyto-sanitárně, protože negativně ovlivňují některé patogeny jako původce chorob kořenů a pat stébel obilnin, fuzariózy aj. Dále obohacují půdu o dusík pomocí hlízkových bakterií, které žijí na kořenech jetelovin a poutají vzdušný dusík. Svým hlubokým kořenovým systémem přijímají a vracejí do vyšších vrstev půdy fosfor a vápník.

Zakládání porostů víceletých pícnin se provádí většinou setím do krycích plodin (jarní směsky, oves na zeleno nebo senáž, bob na zeleno, jarní ječmen apod.), nebo na jaře bez krycí plodiny - jen ve vláhově vhodných podmínkách. Po jetelovinách, které jsou výbornými předplodinami, se sejí většinou ozimé obilniny, ale také ozimá řepka, kukuřice na siláž, len a jiné.

### *Meziplodiny v osevním postupu*

Jsou nezbytnou součástí moderní rostlinné výroby, umožňují tzv. ozelenění půdy po celou vegetační dobu. Meziplodiny využívají části vegetační doby mezi dvěma hlavními plodinami v osevním sledu. Docílí se jimi zvýšené využití ekologického potenciálu stanoviště lepším využitím půdy i určité zpestření (rozšíření spektra) počtu druhů pěstovaných plodin.

Meziplodiny v osevním postupu plní významné a nezastupitelné funkce:

- obohacují půdu organickými posklizňovými zbytky a zlepšují koloběh a využití rostlinných živin,
- zajišťují funkci přerušovače v osevních postupech s větší koncentrací plodin stejné pěstitelské skupiny (obilniny),
- plní významnou úlohu při regulaci zaplevelení,
- vhodně se uplatňují na vytváření stínového garé svým zeleným pokryvem a šetří půdní strukturu,
- lze je využít k náhradě hnojení chlévským hnojem v případech jeho nedostatku,
- při použití bobovitých obohacují půdu dusíkem,
- plní významnou funkci v pásmech hygienické ochrany a v erozně ohrožených oblastech,
- mohou se účinně podílet na zlepšení produkce objemných krmiv,
- využívají se při půdoochranných technologiích zpracování půdy.

Významnou úlohu mají meziplodiny také z hlediska omezování ztrát živin jejich vyplavováním z půdy, hlavně v podmínkách vyšších srážek a propustnějších půd.

Rozlišujeme tři základní skupiny meziplodin:

meziplodiny ozimé - jejich hlavní uplatnění je pro zajištění čerstvé objemné píce v časném jarním období. Nejčastěji jsou jako ozimé meziplodiny využívány brukvovité pícniny (ozimá řepice, ozimá řepka), ozimé žito, tritikale, ozimá pšenice, jílek mnohokvětý nebo směsky s ozimou vikví,

meziplodiny letní - využívají meziporostní období v letní době. Jsou vysévány po brzy sklizených hlavních plodinách. Slouží jednak jako doplňkový zdroj objemných krmiv, který je však značně rozdílný v jednotlivých letech podle váhových podmínek, jednak ale především k ochraně půdy a zlepšování půdních vlastností jak svými posklizňovými zbytky, tak zaoráním při jejich uplatnění na

zelené hnojení (především hořčice bílá, řepka ozimá, pohanka jedlá, svazenka vratičolistá, sléz krmný a různí kříženci brukvovitých plodin),

meziplodiny typu podsevů - jsou podsévány na jaře do krycí plodiny a sklízí se, spásají nebo zaorávají se jako zelené hnojení na podzim téhož roku. Z trav je to především jílek mnohokvětý, z jetelovin má ve vlhčích oblastech hlavní uplatnění jetel plazivý. Použity mohou být i jiné barevné jeteloviny (jetel zvrhlý, tollice dětelová, komonice bílá).

#### *Stavba osevního postupu*

Vybrané plodiny, ve kterých se promítá cílové zaměření celkové produkce podniku v souladu s místními podmínkami, se seskupují podle botanických vlastností, agrotechnických požadavků, nároků na živiny a dalších kritérií do pěstitelských skupin.

Základ osevního postupu tvoří rozmístění zlepšujících tzv. nosných plodin se zúrodňujícím účinkem (jeteloviny, plodiny první tratě hnojené organicky a ostatní širokolisté zlepšující plodiny). Na hlavní nosné plodiny navazují další plodiny využívající jejich předplodinovou hodnotu. Vytvářejí se tak 2–4leté sledy tzv. články osevního postupu. V navržených sledech plodin je třeba dodržovat zásady střídání plodin. Výsledný zúrodňující účinek osevního postupu je ovlivněn zejména časovým odstupem jetelovin a organicky hnojených plodin a také uplatněním vhodných meziplodin v mezíporostním období.

#### *Bilance organických látek v půdě*

Organická hmota v půdě slouží jako bioenergetický materiál pro činnost mikroflóry. Je prekursorem humusu a významná její část se mineralizuje. Tím je regulován živinný režim nejenom doplňováním zásoby živin v půdě, ale i jejich převáděním do jiných forem. V půdní organické hmotě je obsaženo asi 99 % dusíku, 20-50 % fosforu a významná část draslíku z celkové zásoby živin. Osevní postup plní především úkol ve zvyšování obsahu organické hmoty v půdě.

Odhaduje se, že v našich podmínkách se v závislosti na půdních a povětrnostních faktorech ročně rozloží cca 3,5-4,5 t.ha<sup>-1</sup> organických látek v sušině. Dodávání těchto látek do půdy je zajišťováno dvěma zdroji, a to množstvím zanechaných posklizňových zbytků v půdě a na jejím povrchu a organickými hnojivy. Předpokládá se, že posklizňové zbytky mohou krýt v bilanci organických látek přibližně 50-60 % a zbývajících 40-50 % by měla uhradit organická hnojiva.

#### *Přechodné období osevního postupu*

Přechodné období osevního postupu umožňuje na účelně navržené skladbě bloků a honů realizovat nově navržené osevní postupy bez výraznějšího vlivu na dosahované výnosy, úrodnost půdy a ekonomické výsledky podniku.

### *Zastupitelnost plodin*

Vzájemně zastupitelné plodiny mají sice rozdílné požadavky na půdu nebo jsou různě schopné využívat určité stanoviště, mají však stejnou předplodinovou hodnotu. Zastupitelnost plodin je vhodné také využívat v případě změny poptávky na trhu, aby nebyla narušena základní kostra osevního postupu. Příklady zastupitelných dvojic mohou být: pšenice-žito, ječmen-oves, vojtěška-jetel luční, cukrovka-brambory, kukuřice-brambory, řepka ozimá-jarní směska, řepka ozimá-len aj.

### **b) Kategorizace zemědělského území**

Kategorizace zemědělského území pro různé využití v zemědělské praxi se v České republice prováděla od začátku 20. let minulého století. V současné době jsou uplatňovány tři typy kategorizace zemědělského území: zemědělské výrobní oblasti, znevýhodněné oblasti pro zemědělce a zranitelné oblasti.

#### *Zemědělské výrobní oblasti*

Zemědělské výrobní oblasti jsou nejstarší kategorizací zemědělského území. Na počátku minulého století sloužily pro statistické hodnocení zemědělské výroby podle výrobního zaměření rostlinné výroby v rozdílných půdně-klimatických podmínkách. Na začátku 60. let minulého století byly zemědělské výrobní oblasti upřesněny pro jednotlivá katastrální území a legislativně zakotveny ve vyhlášce MZe č. 213/1959 Úředních listů. Zařazení katastrálních území do výrobních typů a podtypů původně sloužilo pro účely stanovení zemědělské daně. Později tato kategorizace posloužila k rajonizaci zemědělské výroby. Tyto zemědělské výrobní oblasti jsou Českým úřadem zeměměřickým a katastrálním a Českým statistickým úřadem využívány pro statistické hodnocení území ČR do současnosti.

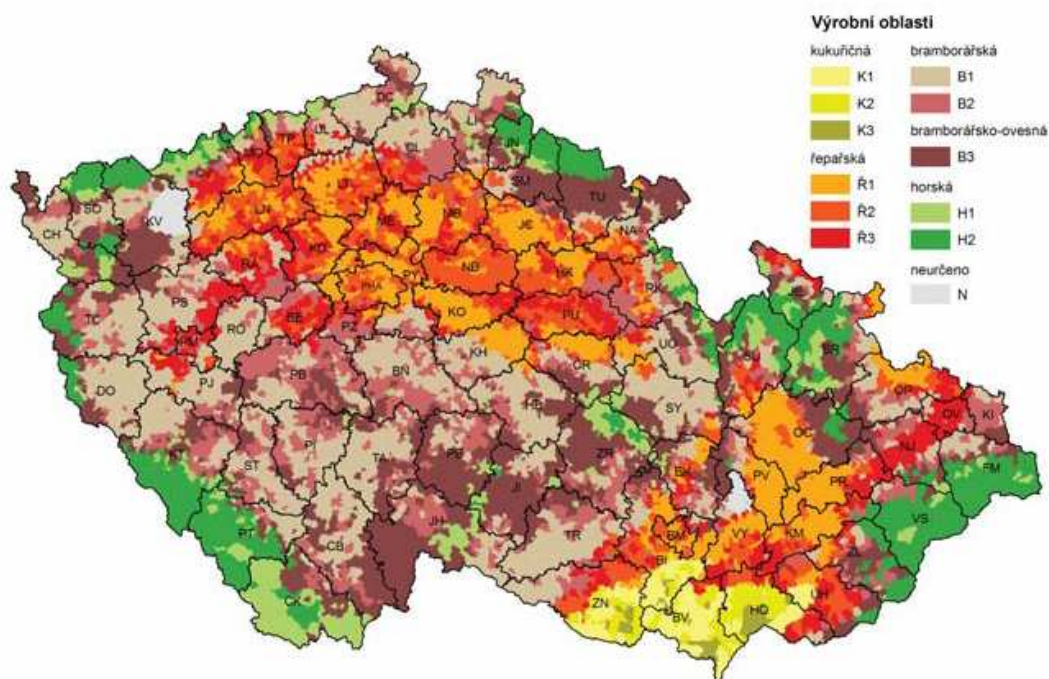
#### Současné rozdělení výrobních oblastí platné od roku 2003

Z hlediska agroekologických a ekonomických předpokladů území byly před vstupem do EU vymezeny čtyři výrobní oblasti a jedenáct podoblastí:

- výrobní oblast kukuřičná (K), typ kukuřično-řepařsko-obilnářský, která se člení na podoblasti K1, K2 a K3,
- výrobní oblast řepařská (Ř), typ řepařsko-obilnářský, která se člení na podoblasti Ř1, Ř2 a Ř3,
- výrobní oblast bramborářská (B), typ bramborářsko-obilnářský, která se člení na podoblasti B1, B2 a B3,
- výrobní oblast horská (H), typ píceňářský, s rozhodujícím zaměřením na chov skotu, se člení na podoblasti H1 a H2.



Obr. 21.5. Výrobní oblasti v ČR.



### Charakteristika jednotlivých výrobních oblastí

**Zemědělská výrobní oblast kukuřičná (K)** zahrnuje zemědělské území ČR s předpoklady pěstování kukuřice na zrna, cukrovky, teplomilné zeleniny, teplomilného ovoce, vinné révy a ostatních teplomilných plodin. Klimaticky je kukuřičná výrobní oblast charakterizována sumou teplot nad 10°C vyšší než 2 800°C, s průměrnou roční teplotou vzduchu nad 9°C a s 30-40% pravděpodobností výskytu suchých vegetačních období. Nadmořská výška zemědělského území je převážně do 250 m. V této oblasti převládají černozemě, většinou karbonátové a černice (lužní půdy). Značně jsou rozšířeny i fluvizemě (nivní půdy), na pískách pak regozemě (drnové půdy). Zrnitostní složení půd je pestré, avšak s převahou půd hlinitých a písčitohlinitých. Výšková členitost území je s výjimkou okrajových částí malá. Lesnatost území je nízká. Pro tuto oblast je charakteristický vysoký stupeň zornění.

**Zemědělská výrobní oblast řepařská (Ř)** zahrnuje zemědělská území se základním zaměřením na pěstování cukrovky. Jde o území teplé, suché až mírně vlhké se sumou teplot nad 10°C 2400-2800°C, s průměrnou roční teplotou 8-9°C s pravděpodobností výskytu suchých vegetačních období 10-60 %. Nadmořská výška území je převážně v rozmezí 250-350 m. V této oblasti převládají černozemě a hnědozemě převážně na spraších a okrajově i sprašových hlínách. Půdy jsou většinou hlinité a hluboké. Území má převážně rovinný charakter s malou vertikální a horizontální členitostí a malou lesnatostí.

**Zemědělská výrobní oblast bramborářská (B)** zahrnuje zemědělská území s předpoklady pro pěstování konzumních, průmyslových a sadbových brambor. Po klimatické stránce jde o lokality mírně teplé až chladné, mírně vlhké až vlhké, s nízkou pravděpodobností suchých vegetačních

období (5-15 %), v nadmořské výšce 400-600 m. Převažují zde kambizemě (hnědé půdy) na krystaliniku, většinou hlinitopísčité až písčitohlinité, s nižším podílem mělkých a silně skeletovitých půd. Terén je většinou mírně až středně zvlněný s nižším zastoupením půd silně svažitých. Stupeň zornění je nižší, avšak neklesá pod 50 %. Ve vyšších a chladnějších polohách jsou vhodné podmínky pro pěstování sadbových brambor a lnu, v nižších a teplejších polohách pro řepku.

**Zemědělská výrobní oblast horská (H)** zahrnuje klimaticky a zpravidla i terénními podmínkami nejméně příznivé území pro rostlinnou produkci. Převažují půdy většinou středně hluboké, štěrkovité až kamenité, hlinitopísčité, převážně písčitohlinité, s výjimkou flyšových území. Převládají kambizemě kyselé, kambizemě pseudoglejové a gleje. Charakteristické je vysoké zastoupení trvalých travních porostů a nízký stupeň zornění. Rozsah pěstování brambor, především sadbových a rovněž lnu, je limitován vysokou svažitostí a horizontální členitostí terénu. Jádro oblasti tvoří klimatický region mírně chladný a chladný a okrajově i teplotně příznivější klimatické regiony s převládajícím zastoupením trvalých travních porostů. Pro zemědělské podniky zařazené do této oblasti je charakteristické zaměření živočišné výroby na chov skotu. Ve struktuře rostlinné výroby na orné půdě jsou výrazně zastoupeny víceleté pícniny.

Tab. 21.1. Charakteristika přírodních podmínek pro výrobní oblasti.

Charakteristika	Jednotka	K	Ř	B	H
Průměrná teplota	°C	9	8	7	6
Nadmořská výška	m	150	300	450	>600
Úhrn ročních srážek	mm	500	600	700	800
Podíl ze zemědělské půdy	%	<b>5</b>	<b>35</b>	<b>52</b>	<b>8</b>

#### *Znevýhodněné oblasti pro zemědělce - LFA*

Režim podpory zemědělců ve znevýhodněných oblastech (Less Favoured Areas, LFA), který v EU funguje od roku 1975, představuje mechanismus napomáhající zachovat zemědělskou činnost, a tudíž i ráz krajiny v horských oblastech, v „ostatních“ znevýhodněných oblastech a v oblastech se specifickým znevýhodněním. V rámci celé EU27 je jako znevýhodněné oblasti označeno kolem 56 % zemědělské půdy.

Základem pro vymezení méně příznivých oblastí České republiky v letech 2004-2006 je nařízení Rady (ES) 1257/1999 o podporování rozvoje venkova prostřednictvím Evropského zemědělského garančního a podpůrného fondu (EAGGF).

Cílem podpory méně příznivých oblastí v Evropské unii je přispět k:

- záruce pokračujícího využívání zemědělské půdy, a tím k zachování životaschopné venkovské komunity,
- zachování venkovské krajiny,
- zachování a posílení udržitelných systémů hospodaření, které budou brát ohled na požadavky ochrany životního prostředí.

### Rozdělení LFA oblastí

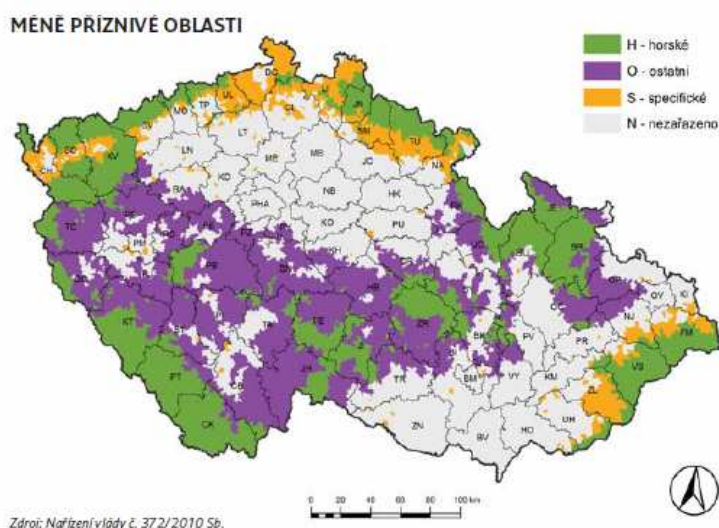
**Do horských oblastí (H)** jsou zařazeny obce, případně katastrální území části obce, jejíž nadmořská výška je vyšší nebo rovna 600 m n. m., nebo průměrná nadmořská výška je vyšší nebo rovna 500 m n. m. a nižší než 600 m n. m. a zároveň sklonitost na nejméně 50 % výměry zemědělské půdy této obce, příp. katastrálního území části obce je vyšší než 15 %.

**Do ostatních LFA (O)** jsou zařazena území vymezená hranicemi obcí, případně katastrálními územními částmi obcí, která nenáleží do horských oblastí a oblastí se specifickými omezeními a pro která platí, že průměrná výnosnost zemědělské půdy na takto vymezeném území je nižší než 34 bodů, a zároveň hustota obyvatelstva na tomto území je nižší nebo rovna 75 obyvatelům na km<sup>2</sup>, a zároveň podíl pracovníků v zemědělství, lesnictví a rybolovu na ekonomicky aktivním obyvatelstvu na takto vymezeném území je vyšší nebo roven 8 %.

Hodnota výnosnosti půdy je vyjádřena indexem v rozpětí bodové stupnice od 6 do 100 bodů. Nejnižší hodnotě 6 bodů odpovídá půda na příkrých svazích ve velmi nepříznivých klimatických podmínkách, pokrytá travním porostem. Nejvyšší hodnotu 100 bodů má černozem na spraši, středně těžká, hluboká více než 60 cm, s příznivým vodním režimem, v teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu, na úplné rovině.

**Do oblastí se specifickými omezeními (S)** jsou zařazeny obce, případně katastrální území částí obcí, které nenáleží do „ostatních“ nebo „horských“ LFA a pro která platí, že průměrná výnosnost zemědělské půdy na území obce, případně katastrálního území části obce je nižší než 34 bodů, nebo je průměrná výnosnost zemědělské půdy v katastrálním území části obce vyšší nebo rovna 34 bodům a zároveň nižší než 38 bodů a zároveň je sklonitost nejméně 50 % výměry zemědělské půdy v katastrálním území části obce je vyšší než 7 stupňů.

Obr. 21.6. LFA oblasti v ČR.



## Zranitelné oblasti

V souladu s právem EU (směrnice Rady 91/676/EHS ze dne 12. 12.1991) bylo vydáno nařízení vlády č. 103/2003 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech.

V roce 2007 a následně v roce 2008 bylo vydáno nové nařízení vlády č. 108/2008 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 103/2003 Sb. V roce 2011 byla provedena revize vymezení zranitelných oblastí a jejich seznam byl vydán v nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu, které ruší původní NV č. 103/2003 Sb.

Ve zranitelných oblastech se nachází okolo 49 % z celkové výměry zemědělské půdy ČR.

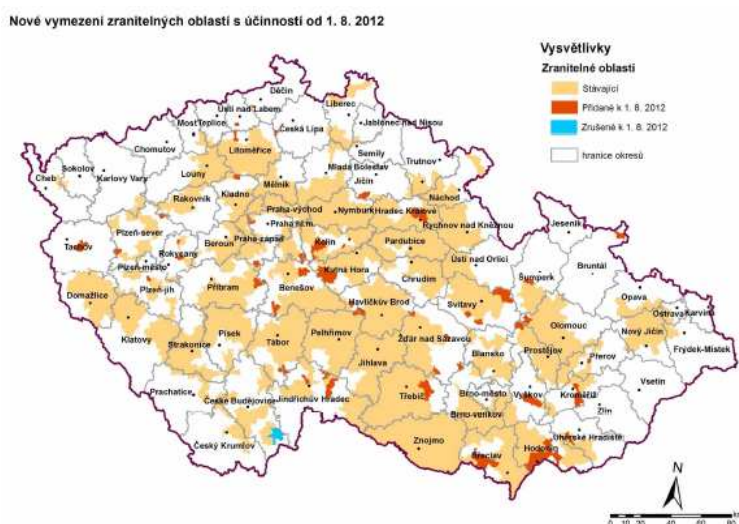
V těchto oblastech platí zákaz používání dusíkatých hnojiv v období, které je uvedeno v tabulce. Neplatí však pro trvalé kultury, polní zeleniny a zakryté plochy.

Ve zranitelných oblastech se podle NV č. 262/2012 Sb. stanovují rovněž pravidla pro používání hnojiv a statkových hnojiv s ohledem na půdně-klimatické podmínky stanoviště. Způsob použití závisí na začlenění zemědělské půdy do jednoho ze tří aplikačních pásem. Nejprísnější omezení pokud jde o hnojení minerálními dusíkatými hnojivy a hnojivy s rychle uvolnitelným dusíkem jsou vyžadována ve třetím aplikačním pásmu.

Množství celkového dusíku aplikovaného ročně na zemědělskou půdu v organických a organominerálních hnojivech a ve statkových hnojivech nesmí v průměru zemědělského podniku překročit limit 170 kg/ha, při započtení zemědělské půdy vhodné k aplikaci. Kapacita skladovacích prostor pro statková hnojiva musí být dostatečná pro uskladnění statkových hnojiv v období zákazu hnojení. Od roku 2014 musí skladovací kapacita pro statková hnojiva odpovídat jejich šestiměsíční produkci.

Rozložení zranitelných oblastí v České republice podle okresů je uvedeno na následující obrázku.

Obr. 21. 7. Zranitelné oblasti v ČR.



## V. Použitá a doporučená literatura

- Atlas of Cambodia. 2006. National Poverty and Environment Maps. Save Cambodias Wildlife, Phnom Penh.
- Arnold J. E. M. 1987. Community forestry. *Ambio* 16 (2/3).
- Arnold J. E. M. 2001. Forests and People: 25 years of Community Forestry. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Rome, 2001. Retrieved 24 September 2001.
- Ash J. E., Barkham J. P. 1976. Changes and variability in the field layer of a coppiced woodland in Norfolk, England. *Journal of Ecology* 64: 697-712.
- Benetka V., Bartáková I., Mottl J. 2002. Productivity of *Populus nigra* ssp. *nigra* under short-rotation culture in marginal areas. – *Biomass & Bioenergy*, 23/5: 327-336
- Benetka V., Vrátný F., Šálková I. 2007. Comparison of the productivity of *Populus nigra* L. with interspecific hybrids in a short rotation coppice in marginal areas. *Biomass and Bioenergy*. vol. 31, 6: 367–374.
- Beranová M., Kubáček A. 2010. Dějiny zemědělství v Čechách a na Moravě, Libri Praha, 430 s.
- Bruckman V. J., Yan S., Hochbichler E., Glatzel, G. 2011. Carbon pools and temporal dynamics along a rotation period in *Quercus* dominated high forest and coppice with standards stands. *Forest Ecology and Management* 9: 1853-1862.
- Buckley G. P. 1992. Ecology and Management of Coppice Woodlands. London, Chapman-Hall, 336 p.
- Bufka A. 2012. Prices of solid fuels for household use. Results of surveys to June 2012. Ministry of Industry and Trade of the Czech Republic. Prague. (in Czech).
- Burns R. M., Honkala B. H. (eds.) 1990. Silvics of North America. 2 vol. U.S. Forest Serv. Handb, 654 p.
- Bühler A. 1922. Waldbau. Svazek 2, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 679 p.
- Buck L. E., Lassoie, J. P., Fernandes E. C. M. (eds.). 1998. Agroforestry in Sustainable Agricultural systém. CRC Press LLC, 416 p.
- Camprodon J., Brotons L. 2006. Effects of undergrowth clearing on the bird communities of the Northwestern Mediterranean coppice Holm oak forests. *Forest Ecology and Management* 1: 72-82.
- Ciancio O., Corona P., Lamonaca A., Portoghesi L., Travaglini D. 2006. Conversion of clearcut beech coppices into high forests with continuous cover: A case study in central Italy. *Forest Ecology and Management*, 224, 3: 235-240.
- Collins N.M., Sayer J.A., Whitmore T.C. (eds.) (1991): Asia and the Pacific, the conservation atlas of tropical forest. BP-Macmillan-IUCN-WCMC.
- Coppini M., Hermanin L. 2007. Restoration of selective beech coppices: A case study in the Apennines (Italy). *Forest Ecology and Management* 249: 18-27.
- Černý M., Pařez J., Malík Z. 1996. Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky (smrk, borovice, buk, dub). Ústav pro výzkum lesních ekosystémů. Jílové u Prahy, 247 s.
- Čížek V., Čížková L. 1996. Dílčí výsledky českého novošlechtění černých topolů. *Zprávy lesnického výzkumu*, sv. 41, 1: 13-15.
- Čížek V., Mařák I., Mottl J. 1992. Výsledky ověřovacích pokusů s pěstováním balzámových topolů v předhoří Šumavy. *Zprávy lesnického výzkumu*, sv. 37, 3: 13-16.
- Čížek V., Mařák I., Mottl J. 1992. Dílčí výsledky dlouhodobého ověřování sortimentu topolů sekce Aigeiros v oblasti Jihomoravských úvalů. *Zprávy lesnického výzkumu*, sv. 37, 4: 23-27.
- Čížková L., Čížek V. 2006. Pěstování rychlerostoucích dřevin v České republice. In: Pěstování sadebního materiálu a zakládání porostů rychlerostoucích dřevin. MZe a SLŠ ČR, Lesnická práce: 5-23.
- Čížková L., Čížek V. 2009. Determinace hybridních topolových klonů pěstovaných v České republice. Certifikovaná metodika. *Lesnický průvodce* 10/2009, VÚLHM, v.v.i., Strnady 2009.
- Čížková L., Čížek V., Bajajová H., 2010. Growth of hybrid poplars in silviculture at the age of 6 years. *Journal of Forest Science*, 56, 10: 451-460.
- Čížková L., Čížek V., Bajajová H. 2011. Růst a produkce hybridních klonů balzámových topolů z českého novošlechtění. *Zprávy lesnického výzkumu*, 56, (4), 277-282.



- del Tredici P. 2001. Sprouting in Temperate Trees: A Morphological and Ecological Review. *The Botanical Review* 67: 121-140.
- Dengler A. 1935. *Waldbau auf ökologischer Grundlage. Ein Lehr und Handbuch*. Berlin. Springer, 556 p.
- Dickmann D., Kuzovkina J. 2008. Poplars and willows of the world with the emphasis on the silviculturally important species – Working paper IPC/9-2, FAO, Rome, 135 p.
- FAO. 1979. Poplars and willows in wood production and land use. 330 pp., FAO. Rome.
- FAO. 1978. *Forestry for local community development*. Forestry Paper 7. Rome.
- FAO. 1985. Forestry Paper 64: Tree growing by rural people.
- Flora M. 2010. Právní aspekty problematiky nízkého a středního lesa. In: Kneifl, M., Kadavý, J., Servus, M. (eds.): *Nízký a střední les – plnohodnotná alternativa hospodaření malých a středních vlastníků lesa (sborník příspěvků)*. Horka nad Moravou - Mendelova univerzita Brno.
- Flora M. 2011. Nízký a střední les v právním řádu vybraných států Evropy. In: Kadavý, J., Kneifl, M., Servus, M., Knott, R., Hurt, V., Flora, M. (2011): *Nízký a střední les – plnohodnotná alternativa hospodaření malých a středních vlastníků lesa – obecná východiska*. Lesnická práce s.r.o., nakladatelství a vydavatelství. Kostelec nad Černými lesy, 296 s.
- Garrett H.F., Harper L.S. 1999. *The Science and Practice of Black Walnut Agroforestry in Missouri, U.S.A: A Temperate Zone Assessment*.
- Geoportál MŽP – Výnosové a cenové mapy energetických plodin v ČR <http://geoportal.gov.cz/web/guest/map> (Sekce Mapy, životní prostředí, Inspire, energetické zdroje).
- Gondard H., Romane F., Santa Regina I., Leonardi S. 2006. Forest management and plant species diversity in chestnut stands of three Mediterranean areas. *Biodiversity and Conservation* 4: 1129-1142.
- Hall T. 2008. Paulownia: An Agroforestry Gem. *Trees for Life Journal* 2008, Vol 3:3, online at: <http://www.tfljournal.org/article.php/20080418100402327>.
- Häni F., Boller E. F., Bigler F. 1990. Integrierte Produktion – ein ökologisch ausgerichtetes Bewirtschaftungssystem. *Schweiz. Landw. Fo.* 29: 101-115.
- Harmer R., Howe J. 2003. *The silviculture and management of coppice woodlands*. Edinburgh, Forestry Commission, 88 p.
- Havlickova, K., Weger, J., Knapke, J. 2011. Modelling of biomass prices for bio-energy market in the Czech Republic. *Simulation modelling practice and theory*, 19, 1946-1956.
- Havlíčková K., Knápek V., Vašíček J., Weger J. 2005. Biomasa jako obnovitelný zdroj energie, ekonomické a energetické aspekty. *Acta Pruhoniciana* 79: 1–67.
- Havlíčková, K. a kol. 2010. Analýza potenciálu biomasy v České republice. *VÚKOZ*, 498 s.
- Havlíčková, K., Kašparová, L. 2010. Sledování změn diverzity čeledi Carabidae ve výmladkové plantáži rychle rostoucích dřevin na lokalitě Peklov. *Acta Pruhoniciana*: 37–44.
- Hedl R., Kopecky M., Komarek J. 2010. Half a century of succession in a temperate oakwood: from species-rich community to mesic forest. *Diversity and Distributions* 2: 267-276.
- Hochbichler, E. 1993. Methods of oak silviculture in Austria. *Ann. For. Sci.* 50: 583-591.
- Hrib a kol. 2005. Pěstování ořešáku černého (*Juglans nigra* L.) v lesích jižní Moravy, MZLU Brno, 78 s.
- Hurt V. 2010. Výmladkové lesy v krajině Jižních Karpat. *Ochrana přírody*, 4: 30 - 32.
- Hurt V., Knott R., Kadavý J., Kneif, M., Flor, M., Servu, M. 2011. Metodika pěstování středního lesa a převody na střední les. Uplatněná certifikovaná metodika. LDF MENDELU v Brně.
- Chmelař, J. 1985. Zpracování komplexní monografie rodu *Salix* – Závěrečná zpráva etapy výzkumného úkolu, VŠZ, Brno.
- Christen O. 1999. Sustainable agriculture: from the history of ideas to practical application. *FIL Bonn*: 72 s.
- ISOZE – poradenské stránky odd. fytoenergetiky: dostupné na <http://mail.vukoz.cz/vuoz/biomass.nsf/pages/a.html>
- Janeček M. a kol. 2002. Ochrana zemědělské půdy před erozí, ISV nakladatelství Praha.
- Janeček M. a kol. 2007. Ochrana zemědělské půdy před erozí – metodika. *VÚMOP Praha*, 76 s.
- Jiang Z., Gao L., Fang Y., Sun X. 1994. Analysis of Paulownia-intercropping types and their benefits in Woyang County of Anhui Province. *Forest Ecology and Management*, 67, 329-337.

- Jones S. 2007. Tigers, trees and Tvaru: An analysis of community forestry in the buffer zone of the Royal Chitwan National Park, Nepal. *Geoforum*, volume 38, issue 3. Elsevier.
- Johanisová N. 2008. Kde peníze jsou služebníkem, nikoliv pánem. *Výpravy za ekonomikou přátelskou k přírodě a člověku*. Stehlík, 125 s.
- Jurásek A., Nárovcová J., Nárovec V., Čížková L. 2010. ČSN 48 2115. Změna Z2. Sadební materiál lesních dřevin. [Forest tree species planting stock. Czech standard CSN 48 2115]. Praha, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 7 s.
- Kacálek D., Bartoš J. 2002. Problematika zalesňování neproduktivních zemědělských pozemků v České republice. [Matter of low-yield lands reforestation in the Czech Republic]. In: Karas J. (ed.) *Současné trendy v pěstování lesů*. (Sborník referátů). Kostelec nad Černými lesy, Praha, ČZU - katedra pěstování lesů 2002: 39 - 45.
- Kadavý J. 2010. Pařezová výmladnost jako základ obnovy a produkce nízkého lesa. In: Kneifl, M., Kadavý, J., Servus, M. (eds.): *Nízký a střední les – plnohodnotná alternativa hospodaření malých a středních vlastníků lesa (sborník příspěvků)* - Mendelova univerzita Brno.
- Kadavý J., Kneifl M., Servus M., Knott R., Hurt V., Flora M. 2011. *Nízký a střední les – plnohodnotná alternativa hospodaření malých a středních vlastníků lesa – obecná východiska*. Lesnická práce s r.o., nakladatelství a vydavatelství. Kostelec nad Černými lesy. 296 s.
- Kadavý J., Kneifl M., Knott R., Hurt V., Flora M. 2012. Možnosti a limity hospodaření s nízkým a středním lesem a jejich vliv na biodiverzitu. In: Machar, I., Drobilová, L. a kol. (2012): *Ochrana přírody a krajiny v České republice. Vybrané aktuální problémy a možnosti jejich řešení*. Univerzita Palackého v Olomouci. Olomouc. 1. vydání.
- Kantor. P. 2010. Nástin zásad a principů pěstování nízkých a středních lesů. In: Kneifl, M., Kadavý, J., Servus, M. (eds.): *Nízký a střední les – plnohodnotná alternativa hospodaření malých a středních vlastníků lesa (sborník příspěvků)* - Mendelova univerzita Brno.
- Karas T. 1997. Vliv polaření na odrůstání kultur dubu letního a ořešáku černého v tvrdém luhu, DP MZLU. 50 s.
- Kneifl M. 2010. Ekonomické aspekty hospodaření v lese nízkém a středním, produkční a výnosové srovnání nízkého a vysokého lesa. In: Kneifl, M., Kadavý, J., Servus, M. (eds.): *Nízký a střední les – plnohodnotná alternativa hospodaření malých a středních vlastníků lesa (sborník příspěvků)* - Mendelova univerzita Brno.
- Knott R., Kadavý J., Kneifl M., Hurt V., Flora M., Servus M. 2011. *Metodika pěstování nízkého lesa a převody na nízký les*. Uplatněná certifikovaná metodika. LDF MENDELU v Brně.
- Kohout J., Škoda V., Zitta M. 1993. *Obecná produkce rostlinná*, Skriptum VŠZ Praha, 281 s.
- Konvička M., Čížek L., Beneš J. 2006. *Endangered Insects of Lowland Forests: Protection and Management*. Olomouc, Sagittaria, 79 s. (in Czech).
- Konšel J. 1931. Stručný nástin tvorby a pěstění lesů v biologickém ponětí, Písek 1931. 354 – 358.
- Kostelanský F. a kol. 2004. *Obecná produkce rostlinná*, Skriptum MZLU v Brně, 212 s.
- Korsuň F. 1947. Taxační tabulky pro akát. *Lesnická práce*, č. 10: 305-322.
- Korsuň F. 1954. Život dubových pařezin v číslicích. *Práce výzkumných ústavů lesnických ČSR*, č. 6: 154-190.
- Korsuň F. 1966. Hmotové a porostní tabulky pro olši. *Lesnický časopis*, č. 9: 839-856.
- Korsuň F. 1969. Hmotové a porostní tabulky pro habr. *Lesnictví*, č. 3: 217-230.
- Kriso K. 1958. Entstehung, Aufbau und Leistung von Eichen-Hainbuchen-Baständen in Süddeutschland. *Forstwiss. Cbl.*, 77: 9-16.
- Kvěch O. a kol. 1985. *Osevní postupy*. SZN, 203 p.
- Lojka B. 2006. *Introduction to Agroforestry*, Czech University of Life Sciences Prague, Institute of Tropics and Subtropics, 129 p.
- Macpherson G. 1995. *Home-grown energy from Short-rotation coppice*. – 214 p., Farming Press Books, Ipswich.
- Maděra P. 2009. Role vegetativní regenerace a propagace dřevin v přirozených podmínkách ČR. In: Dreslerová, J., Svátek, M. (eds.) - *Sborník příspěvků ze semináře Nízké a střední lesy v krajině*, Brno, MZLU v Brně.



- Maděra P., Pecková P., Štykar J. 2007. Břehové porosty jako zdroj biomasy pro energetické účely. Břehové porosty – sborník referátů, Mladá Boleslav, ČLS: 34 – 35.
- Machar I. 2009. Coppice-with-standards in floodplain forests – a new subject for nature protection. *Journal of Forest Science* 55: 306-311.
- Mason C. F., MacDonald S. M. 2002. Responses of ground flora to coppice management in english woodland – a study using permanent quadrants. *Biodiversity and Conservation* 11: 1773-1789.
- Mauer O. 2009. Zakládání lesů I – skriptum, MZLU Brno, 172 s.
- Mauer O a kol. 2009. Zakládání lesů II - skriptum, MZLU LDF, 244 s.
- MPO 2010. Aktualizace státní energetické koncepce České republiky. Praha. Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR.
- Mollison, B. 1988. *Permaculture: a designers' manual*. Reprint. Tyalgum, Australia: Tagari, 576 p.
- Mottl J., Špalek V. 1961. *Pěstujeme topoly*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 309 s.
- Mottl J. 1989. Topoly a jejich uplatnění v zeleni. *Aktuality VŠÚOZ Průhonice*.
- Mze ČR 2000. Report on Forest and Forests in the Czech Republic in 2009. Ministry of Agriculture of the Czech Republic. Těšnov. Praha. (in Czech)
- Mze ČR 2009. Report on Forest and Forests in the Czech Republic in 2009. Ministry of Agriculture of the Czech Republic. Těšnov. Praha. (in Czech)
- Nair, P., Ramachadran K. 1993. *An introduction to agroforestry*. Kluwer Acad. Publ, Dordrecht, 520 s.
- Nařízení vlády č. 372/2010 Sb., o podmínkách poskytování plateb za přírodní znevýhodnění v horských oblastech, oblastech s jinými znevýhodněními a v oblastech Natura 2000 na zemědělské půdě, [www.eagri.cz](http://www.eagri.cz).
- Nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu, [www.eagri.cz](http://www.eagri.cz).
- Natr L. 2001. *Příroda nebo člověk? Služby ekosystémů*. Praha: Karolinum UK, 2011, 349 s.
- Němec J., Pojer F. (eds.). 2007. *Krajina v České republice*. Praha Comsult, Mžp. 399 s.
- Němec J. 2001. Bonitace a oceňování zemědělské půdy České republiky, VÚZE, Praha, 260 p.,
- Novotný G. 2002. Lesní družstva a družstevnictví v českých zemích. In: *Osudy zemědělského družstevnictví ve 20. století. Sborník příspěvků*. Uherské Hradiště, Slovákcké muzeum,
- Novotný V. 2010. *Papuánské (polo)pravdy*. Dokořán, 229 s.
- Nožička J. 1957. *Přehled vývoje našich lesů*, SZN, 459 s.
- Polanský B. 1947. *Příručka pěstění lesů*. Knižnice činu, Edice dobrého hospodáře č. 3. Brno. 205 s.
- Poleno Z, Vacek S. 2009. *Pěstování lesů III – praktické postupy pěstování lesů*, *Lesnická práce*, 951 s.
- Riguerio – Rodríguez A., McAdam J., Mosquera-Losada M.R. 2009. *Agroforestry in Europe*. Springer - science, 450 p.
- Sádlo J., Pokorný P., Hájek P., Dreslerová J., Cílek V. 2005. *Krajina a revoluce – významné přelomy ve vývoji kulturní krajiny Českých zemí*. Praha: Malá skála, 247 s.
- Sands R. 2005. *Forestry in a Global Context*. 2005. CABI Publishing, Cambridge, 262 p.
- Scott R, Sullivan W. C. 2007. A review of suitable companion crops for black walnut. <http://link.springer.com/article/10.1007/s10457-007-9071-8/fulltext.html?null-ContactOfAuthor2#ContactOfAuthor2>
- Semotanová a kol. 2007. *Česko – Ottův historický atlas*, Ottovo nakladatelství Praha, 408 s.
- Shibu, Gillespie 1998. Allelopathy in black walnut (*Juglans nigra* L.) alley cropping. I. Spatio-temporal variation in soil juglone in a black walnut–corn (*Zea mays* L.) alley cropping system in the midwestern USA, *Plant and Soil*, 203:199 – 205.
- Schwappach A. F. 1920. *Untersuchungen über die Zuwachsleistung von Eichenhochwaldbeständen in Preussen unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses verschiedener wirtschaftlicher Behandlungsweise*. Verlag von J. Neumann, Neudamm: 127 p.
- Spitzer L., Konvicka M., Benes J., Tropek R., Tuf I., Tufova J. 2008. Does closure of traditionally managed open woodlands threaten epigeic invertebrates? Effects of coppicing and high deer densities. *Biological Conservation* 3: 827-837.
- Simanov V., Čížek V. 2004. *Pěstování dřevin pro energetické využití a energetické využití dřeva*, MZLU, Brno, 79 s.

- Situační a výhledová zpráva. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky, 1996.
- Situační a výhledová zpráva. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky, 2006, [www.eagri.cz](http://www.eagri.cz).
- Situační a výhledová zpráva. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky, 2012, [www.eagri.cz](http://www.eagri.cz).
- Sutuma E. 1996. Potenciální úloha agrolesnictví při zlepšení systému využití půdy a ochrany životního prostředí. Brno: MZLU-LDF, Katedra pěstování a zakládání lesa, 137 p.
- Svoboda P. 1952. Nauka o lese. Přírodovědecké nakladatelství Praha. 324 s.
- Szymura T. H. 2010. The traditional coppice management system in Central Europe and its impact on biological diversity. *Sylvan* 8: 545-551. (in Polish).
- Šimíček V. 1992. Vrby při úpravách vodních toků a ekologické obnově krajiny. MZe, Praha.
- Šír M., Weger J., Vondrka A. 2009. Klimatická účinnost porostů rychle rostoucích dřevin v krajině – *Acta Pruhoniciana* 92: 45–50.
- Špulák O, Kacálek D. 2011. Historie zalesňování nelesných půd na území České republiky, *ZLV*, 56 /1: s. 49-57.
- Trnka M., Trnka M., Fialová J., Koutecký V., Fajman M., Žalud Z., Hejduk S. 2008. Biomass production and survival rates of selected poplar clones grown under a short-rotation on arable land, *Plant Soil Environ.*, 54, 2008, 78-88.
- UNDP 2012. Monks Community Forest. Cambodia. Equator Initiative Case Studies. Local sustainable development solutions for people, nature, and resilient communities. Equator Initiative, United Nation Development Programme, 10 p.
- Vacek S. 1995. Růst. Lesnický naučný slovník. Ministerstvo zemědělství ČR. II. díl, P – Ž, na s. 240.
- Vach M., Javůrek M. 2008. Rostlinná produkce s ohledem na agroekologická hlediska. *Metodika pro praxi. VÚRV*, 20 s.
- Vach M., Haberle J., Javůrek M., Procházka J., Procházková B., Suškevič M., Neudert L. 2005. Pěstování meziplovin v různých půdně-klimatických podmínkách České republiky. *Metodika ÚZPI Praha*, 36 s.
- Van Calster H., Chevalier R., Wyngene B., Archaux F., Verheyen K., Hermy M. 2008. Long-term seed bank dynamics in a temperate forest under conversion from coppice-with-standards to high forest management. *Applied Vegetation Science* 11: 251-260.
- Vávrová K. Weger J. 2011. Metodika analýzy potenciálu biomasy na zemědělské půdě s využitím GIS – *Acta Pruhoniciana* 99: 85–90.
- Vodka S., Konvička M., Čížek L. 2009. Habitat preferences of oak-feeding xylophagous beetles in a temperate woodland: implications for forest history and management. *Journal of Insect Conservation* 5: 553-562.
- Vyskot M., Jurča J., Korpeš Š., Réh J. 1978. Pěstění lesů. SZN Praha. 448 s.
- Weger J., Bubeník J. 2010. První výsledky hodnocení smíšené výmladkové plantáže topolů a vrb – *Acta Pruhoniciana* 96: 27–36.
- Weger J., Bubeník J. 2011. Hodnocení výnosu a růstu domácích vrb po 14 letech výmladkového pěstování (The evaluation of yield and growth of native willows after 14 years of short rotation coppice) – *Acta Pruhoniciana* 97: 39–46.
- Weger J., Bubeník J., Dubský M. 2010. Hodnocení vlivu hnojení na růst a výnos klonů vrb a topolů v prvních čtyřech letech pěstování – *Acta Pruhoniciana* 94:13–20.
- Weger J. 2008. Výnos vybraných klonů vrb a topolů po 9 letech výmladkového pěstování – *Acta Pruhoniciana* 89: 5–10.
- Weger J. 2009. Hodnocení vlivu délky sklizňového cyklu výmladkové plantáže na produkční a růstové charakteristiky topolového klonu Max-4 (*Populus nigra* L. × *P. maximowiczii* Henry) – *Acta Pruhoniciana* 92: 5–11
- Weger J., Bubeník J. 2011. Hodnocení produkce biomasy topolů a vrb na Lochočické výsypce po 15 letech výmladkového pěstování. *Acta Pruhoniciana*, no. 99: 73–83.
- Weger J., Havlíčková K. a kol. 2003. Biomasa obnovitelný zdroj energie v krajině - 51 p., VÚKOZ, Průhonice.
- Metodika k provádění nařízení vlády č. 239/2007 Sb., o stanovení podmínek pro poskytování dotací na zalesňování zemědělské půdy, ve znění nařízení vlády č. 148/2008 Sb., č. 480/2009 Sb. a nařízení vlády č. 369/2010 Sb.
- [http://www.ckolh.cz/index.php?id=54&option=com\\_content&Itemid=48](http://www.ckolh.cz/index.php?id=54&option=com_content&Itemid=48).
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Missouri>.

<http://www.worldagroforestrycentre.org/sea/Products/AFDbases/af/asp/SpeciesInfo.asp?SpID=18037#Propagation>.

ÚHÚL. Zelená zpráva. Praha 2000. Dostupné na <http://www.uhul.cz/zelenazprava/2000/2.php>  
Zpráva 2013. Zprava o stavu lesa a lesního hospodářství ČR 2013.