ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta tropického zemědělství

Silvopastevní systémy v Evropě a ČR: historie, tradiční systémy a potenciál jejich znovuobnovení v současném zemědělství

(rešerše)

Bakalářská práce

Praha 2021

Vypracoval:

Jan Karlík

Vedoucí práce:

Ing. Radim Kotrba PhD

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta tropického zemědělství

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Karlík

Zemědělská specializace
Zemědělství tropů a subtropů

Název práce

Silvopastevní systémy v Evropě a ČR: historie, tradiční systémy a potenciál jejich znovuobnovení v současném zemědělství (rešerše)

Název anglicky

Silvopastoral systems in Europe and Czech Republic: History, traditional systems and potential of their restoration in contemporary agriculture (review)

Cíle práce

Představení, klasifikace a specifika silvopastevních systémů z pohledu produkčních, ekosystémových, welfare zvířat atp. Jejich rozšíření v Evropě a ČR v historii a současnosti. Specifika pro zakládání a potenciál budoucího využití a překážky bránící jejich zakládání a rozšíření v ČR a návrh pro zlepšení těchto podmínek z hlediska legislativy.

Metodika

Silvopastorální systémy byly do poloviny 19. století hojně využívány a v některých částech Evropy jsou stále praktikovány. Do budoucna mohou tyto systémy významně přispět k zmírnění dopadu klimatických změn, ale i zlepšovat chovné prostředí zvířat a rozšiřovat jejich potravní nabídku. Tato práce by měla propojit rešeršní souhrn o silvopastevních systémech s praktickými postupy pro jejich zakládání.

Doporučený rozsah práce
30-50 stran

Klíčová slova
Agrolesnictví, ekosystémové služby, legislativa, pastva, výsadba, výživa hospodářských zvířat,

---

Doporučené zdroje informací

Krčmářová J, Jeleček L. (2016). Czech traditional agroforestry: historic accounts and current status. Agroforestry Systems 91, 6: 1087–1100

Ravetto Enri S, Probo M, Renna M, Caro E, Lussiana C, Battaglini LM, Lombardi G, Lonati M, 2020. Temporal variations in leaf traits, chemical composition and in vitro true digestibility of four temperate fodder tree species., Animal Production Science, 2020

Rigueiro-Rodríguez A, Fernández-Núñez E, González-Hernández P, McAdam JH, and Mosquera-Losada MR. (2009). Agroforestry Systems in Europe: Productive, Ecological and Social Perspectives in Rigueiro-Rodríguez A., McAdam J.H., Mosquera-Losada M.R. (Eds). Agroforestry in Europe: Current Status and Future Prospects.

Rois-Díaz M, Mosquera-Losada R, Rigueiro-Rodríguez A. 2006. Biodiversity Indicators On Silvopastoralis across Europe. Technical Report 21. Joensuu: European Forest Institute

---

Předběžný termín obhajoby
LS 2020/2021 – FTZ

Vedoucí práce
Ing. Radim Kotrba, Ph. D.

Garantující pracoviště
Katedra chovu zvířat a potravinářství v tropech

Elektronicky schváleno dne 6. 8. 2021
doc. Francisco Ceacero Herrador, Ph.D.
Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 6. 8. 2021
prof. dr. ir. Patrick Van Damme
Děkan

V Praze dne 06. 08. 2021

Prohlášení

Čestně prohlašuji, že jsem tuto práci na téma Silvopastevní systémy v Evropě a ČR: historie, tradiční systémy a potenciál jejich znovuobnovení v současném zemědělství (rešerše) vypracoval samostatně, veškerý text je v práci původní a originální a všechny použité literární prameny jsem podle pravidel Citační normy FTZ řádně uvedl v referencích.

V Praze dne 4.8.2021

.....

Jan Karlík

Poděkování

Rád bych poděkoval mé rodině a přítelkyni za jejich podporu. Též děkuji mému vedoucímu práce Ing. Radimu Kotrbovi PhD za jeho věcné rady a pomoc v průběhu práce.

Abstrakt

Silvopastevní systémy v Evropě a ČR: historie, tradiční systémy a potenciál jejich znovuobnovení v současném zemědělství (rešerše)

V literární rešerši byla uvedena stručná historie využívání silvopastevního způsobu hospodaření v Evropě a na území nynější ČR a příčiny pozvolného zániku této praxe. Ačkoli v mnoha zemích Evropy, zejména těch mediteránních, jsou tyto praktiky stále běžné, v ČR vlivem využívání mechanizace, intenzifikace a kolektivizace se scelováním pozemků, došlo k jejich postupnému zániku.

V práci byly uvedeny výhody pastvin s dřevinami, které mohou zvyšovat estetickou hodnotu krajiny a biodiverzitu poskytováním vhodných stanovištních podmínek a vytvářením různých vláhových a světelných gradientů. Díky hloubce kořenového systému mohou dřeviny posílit využití a koloběhu živin a také potenciál k sekvestraci uhlíku. Z pohledu živočišné produkce pak mohou hospodářským zvířatům poskytovat úkryt, stín a zejména kvalitní zdroj krmiva (píce, okus a plody dřevin) zvláště během suchých období, kdy kvalita bylinné píce klesá. Tímto způsobem lze zlepšit welfare i samotnou produkci. Byl uveden přehled druhů dřevin z hlediska jejich nutričních vlastností a byly též vyzdviženy některé jejich antinutriční aspekty. Také bylo popsáno, že z pohledu hospodářství mohou dřeviny diverzifikovat zisk díky vyššímu množství výsledných produktů.

Jako způsob získávání píce ze dřevin byly vyzdviženy metody přímého okusu a ořezu (cut-and-carry) a dále možnosti konzervace.

Byly identifikovány hlavní překážky pro opětovné využívání silvopastevních systémů na našem území jako neexistence legislativních opatření a příslušných kategorií v rámci katastru nemovitostí a veřejného registru půdy, a z toho plynoucí nemožnost čerpání dotací. Dále pak časté interference se zákonem na ochranu přírody a krajiny. V práci jsou navrženy úpravy pro nápravu tohoto stavu.

Klíčová slova:

Agrolesnictví, ekosystémové služby, legislativa, pastva, výsadba, výživa hospodářských zvířat

Author's abstract

Silvopastoral Systems in Europe and Czech Republic: History, traditional systems and potential of their restoration in current agriculture (review)

The literature review presented a brief history of the use of the silvopastoral way of farming in Europe and in the current Czech Republic and the causes of the gradual extinction of this practice. Although in many European countries, especially the Mediterranean ones, these practices are still common, in the Czech Republic, due to factors such as modernization, intensification and collectivization, they have completely disappeared.

The advantages of woodland pastures have been reported, which can increase the aesthetic value of the landscape and biodiversity by providing suitable habitat conditions and creating different moisture and light gradients. Thanks to the depth of the root system, woody plants can enhance the utilization and circulation of nutrients as well as the potential for carbon sequestration. From the animal production point of view, they can provide livestock with shelter, shade and especially a quality source of feed (fraxinus excelsior, morus alba and others), especially during dry periods, when the quality of herb forage decreases. In this way, the welfare and the production itself can be improved. An overview of tree species in terms of their nutritional properties was given and some of their anti-nutritional aspects were also highlighted. It was also found that from an economic point of view, woody plants can diversify profits due to a higher number of final products.

As a method of obtaining forage from woody plants, the methods of direct browse and cut (cut-and-carry) as well as the possibilities of preservation were highlighted.

The main obstacles to the re-use of silvopastoral systems in our territory have been identified: the absence of legislative measures and relevant categories within the Real Estate Cadastre and the Public Land Register, and the consequent impossibility of drawing subsidies. Furthermore, frequent interferences with the law on nature and landscape protection. A reformation has been proposed.

Key words:

Agroforestry, ecosystem services, legislation, pasture, planting, nutrition

Obsah

1. Úvod ..... - 1 -

2. Cíle práce ..... - 2 -

3. Metodika ..... - 2 -

4. Literární rešerše ..... - 3 -

4.1 Silvopastevní systémy jako součást agrolesnictví ..... - 3 -

4.2 Historická perspektiva v ČR ..... - 4 -

4.3 Silvopastevní systémy napříč Evropou ..... - 6 -

4.4 Klasifikace silvopastevních systémů ..... - 7 -

4.4.1 Klasifikace podle biogeografického regionu ..... - 8 -

4.4.2 Klasifikace podle prostorového a časového uspořádání ..... - 8 -

4.4.3 Klasifikace podle funkce ..... - 10 -

4.5 Benefity silvopastevních sytémů ..... - 13 -

4.5.1 Využití živin ..... - 13 -

4.5.2 Sekvestrace uhlíku ..... - 16 -

4.5.3 Omezení rizika požárů ..... - 18 -

4.5.4 Biodiverzita ..... - 19 -

4.5.5 Sociální perspektivy ..... - 21 -

4.5.6 Nutriční aspekty ..... - 22 -

4.6 Management krmných dřevin v živočišné výrobě ..... - 27 -

4.6.1 Přímý okus dřevin ..... - 28 -

4.6.2 Ořez dřevin (čerstvá píce) ..... - 29 -

4.6.3 Konzervace píce ze dřevin ..... - 30 -

4.7 Výsadba dřevin ..... - 31 -

4.7.1 Požadavky na vysazované stromy ..... - 32 -

4.7.2 Výsadbové jámy, substráty a postup výsadby ..... - 32 -

4.7.3 Kotvení ..... - 38 -

4.7.4 Mulčování ..... - 39 -

4.7.5 Ochrana stromu ..... - 40 -

4.7.6 Řez ..... - 41 -

4.7.7 Zálivka ..... - 43 -

4.7.8 Hnojení ..... - 43 -

4.7.9 Výsadba prostokořenných sazenic ..... - 44 -
4.7.10 Výsadba kontejnerovaných sazenic ..... - 44 -
4.7.11 Výsadba balových sazenic ..... - 45 -
4.8 Legislativa ..... - 45 -
4.8.1 Agrolesnictví a EU ..... - 45 -
4.8.2 Silvopastevní systémy z pohledu legislativy ČR ..... - 46 -
4.8.3 Stromy na zemědělské půdě ..... - 47 -
4.8.4 Pastva mezi stromy ..... - 47 -
4.8.5 Kultury podobné agrolesnictví ..... - 48 -
4.8.6 Dotační možnosti ..... - 49 -
5. Závěry ..... - 50 -
6. Reference ..... - 52 -

Seznam tabulek:

Tabulka 1 – Výživové hodnoty dřevin jako zdroje píce pro hospodářská zvířata, s 51.

Tabulka 2 – Možné nápravy legislativních a dotačních překážek pro zavádění agrolesnických systémů v ČR., s 51.

Seznam obrázků (a grafů):

Obrázek 1 – Evropské biogeografické regiony (EEA 2003), s 8.

Obrázek 2 – Spotřeba dusíku jako procento využití různými zemědělskými plodinami v 15 zemích EU, (Pau-Vall & Vidal 1999), s 15.

Obrázek 3 – Uhlíková bilance silvopastevního systému (833 stromů ha^{-1}) na písčité půdě s rychle rostoucím druhem (*Pinus radiata*), (Fernández-Núñez 2007), s 18.

Obrázek 4 – Interakce sociálních, produktivních a environmentálních výhod agrolesnických systémů, (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009), s 22.

Obrázek 5 – Modelové typy tvarů jam – základní a paprsčité (Kolařík et al., 2021), s 33.

Obrázek 6 – Postup výsadby stromu (Kolařík et al., 2021), s 34.

Obrázek 7 – Použití drenáže v případě nepropustného horizontu (Kolařík et al., 2021), s 34.

Obrázek 8 – Výsadba nad úroveň terénu v případě vyšší hladiny spodní vody (Kolařík et al., 2021), s 35.

Obrázek 9 – Výsadba ve svahu (Kolařík et al., 2021), s 36.

Obrázek 10 – Typy nadzemního kotvení (Kolařík et al., 2021), s 38.

Obrázek 11 – Výsadba stromu a rozměry kotvení (Kolařík et al., 2021), s 39.

Obrázek 12 – Poměr kmen:koruna při zvyšování nasazení korunky na úroven průjezdního nebo průchozího profilu (Kolařík et al., 2015), s 42.

Seznam zkratek použitých v práci:

ADF – (acid detergent fibre)

ADL – (acid detergent lignin)

AOPK – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR

AV ČR – Akademie věd České republiky

ČR – Česká republika

ČSAL – Český spolek pro agrolesnictví

EEA – Evropská agentura pro životní prostředí (European Environment Agency)

EFA – plochy v ekologickém zájmu

EU – Evropská unie

EVP – ekologicky významný prvek

FAO – Organizace pro výživu a zemědělství Spojených národů (Food and Agriculture Organization of the United Nations)

FTZ – Fakulta tropického zemědělství

HP – hrubý protein

HT – hydrolizovatelné třísloviny

CHKO – Chráněná krajinná oblast

IVSSH – *in vitro* stravitelnost suché hmoty (sušiny)

KT – kondenzované třísloviny

LPIS – Veřejný registr půdy

Mg – tuna (t)

MK – masné kyseliny

NDF – (neutral detergent fibre)

NOZ – Nový občanský zákoník

NV – nařízení vlády

OOP – orgán ochrany přírody

PRV – program rozvoje venkova

RRD – rychle rostoucí dřeviny

SAPS – jednotná platba na plochu

SH – suchá hmota, sušina

SP – stravitelný protein

SZIF – Státní zemědělský intervenční fond

TTP – trvalé travní porost

ZOPK – Zákon o ochraně přírody a krajiny

1. Úvod

Silvopastevnictví je jednou z nejstarších agrolesnických praxí, jež ve vzájemných interakcích kombinuje záměrné pěstování dřevin a chov hospodářských zvířat na stejné půdní jednotce, za účelem získání většího množství produktů a/nebo využití výhod vyplývajících z takového způsobu hospodaření (Nair 1993). Jedná se o dynamický systém, který pro uživatele půdy diverzifikuje a udržuje produkci spolu se sociálními, ekonomickými a environmentálními benefity na všech úrovních (Rois-Díaz et al., 2006). Tato praxe zvyšuje biodiverzitu díky vytváření různorodých podmínek v prostředí (struktura vegetace, stínění, vlhkost), zvyšování prostupnosti a rozmanitosti krajiny, jež napomáhá mobilitě zvířat a snižuje fragmentaci stanovišť a v neposlední řadě také vytváří vhodné prostředí pro zachování krajových plemen hospodářských zvířat adaptovaných na lokální podmínky (Rois-Díaz et al., 2006).

Silvopastevní hospodaření stejně jako agrolesnictví jako celek bylo tradičním způsobem zemědělství již od dob neolitu (Bergmeier et al., 2010) a udávalo ráz evropské krajiny až do poloviny 19. století (Krčmářová 2019). Ústup smíšených systémů v Evropě je obvykle spojován se vznikem intenzivního zemědělství. Odstraňování stromů z polí, luk a pastvin může být například spojeno s využíváním mechanizace pro obhospodařování, meliorací, slučováním pozemků nebo poptávkou po intenzivnějším využití půdy, monokulturními plantážemi a jinými faktory (Eichhorn et al., 2006).

Nicméně rostoucí tlak na půdu v Evropě a potažmo v celém světě vyžaduje nové způsoby myšlení o správě půdy. Kromě poskytování potravin, dřeva, vláken a biomasy je půda nutná k zajištění stanovišť pro volně žijící živočichy, stejně jako místa pro rekreaci. Navíc existuje zvyšující se význam správy půdy při zajišťování ekosystémových a regulačních služeb, jako jsou dobře distribuované dodávky kvalitní vody a sekvestrace uhlíku (Nair et al., 2007). Potřeba kombinovat produkci se zlepšováním životního prostředí může poskytnout příležitost pro renesanci agrolesnictví (Torralba et al., 2016).

EU se svou společnou politikou rozvoje venkova začíná agrolesnický způsob hospodaření podporovat, Česká republika však zatím ještě tyto podpory nepřijala a agrolesnické systémy nejsou ve zdejší legislativě ukotveny (ČSAL 2015).

Jistou nadějí je příprava nové Společné zemědělské politiky EU pro ČR, kde by mělo být opatření na zakládání agrolesnických systémů v ČR implementováno od roku 2023.

2. Cíle práce

Cílem práce bylo rešeršní představení, klasifikace a specifika silvopastevních systémů z pohledu produkce/užitkovosti, ekosystémových služeb, welfare zvířat aj. Jejich rozšíření v Evropě a ČR v historii a současnosti. Potenciál budoucího využití a překážky bránící jejich zakládání a rozšíření v ČR a návrh pro zlepšení těchto podmínek z hlediska legislativy. Dále navržení vhodných kombinací druhů dřevin pro různé druhy nebo plemena zvířat včetně popisu pro jejich zakládání.

3. Metodika

Pro získání relevantní literatury bylo použito publikačních databází jako je ResearchGate, ScienceDirect, Elsevier, Web of Science, Scopus. Vyhledávání bylo provedeno skrze kombinace klíčových slov jako agroforestry systems, temperate silvopastoral systems, european silvopastoral systems, carbon sequestration in soil, carbon sequestration in trees, tree fodder, nutritive value, condensed tannins, history of agroforestry systems, legislativa a agrolesnictví v ČR, nebo skrze vyhledání konkrétních článků a knih. Na základě prostudování získané literatury a její relevance vzhledem k tématu bylo vybráno přibližně 20 kmenových publikací, které se staly základem této práce, jež byla dále doplněna o desítky dalších jednotlivých zdrojů. Na základě prostudování této literatury pak byly také sestaveny tabulky uváděné v závěru práce.

Literární prameny byly citovány podle vzoru autor a rok, dle pravidel citování FTZ pro práce psané v češtině.

4. Literární rešerše

4.1 Silvopastevní systémy jako součást agrolesnictví

Agrolesnictví neboli lesozemědělství, je věda studující agrolesnické systémy, jichž jsou silvopastevní praktiky součástí. Agrolesnické praktiky jsou definovány jako „úmyslná integrace dřevin se zemědělskými plodinami a/nebo hospodářskými zvířaty buď současně nebo postupně na stejné jednotce země“ (Nair 1993). Mezinárodní středisko pro výzkum v agrolesnictví (ICRAF) a Světové agrolesnické centrum (WAC) definují pojem agrolesnictví jako „dynamický, ekologicky založený systém řízení přírodních zdrojů, který prostřednictvím integrace stromů do zemědělské půdy diverzifikuje a udržuje produkci pro zvýšení sociálních, ekonomických environmentálních benefitů pro uživatele půdy na všech úrovních“ a „systém hospodaření kde se dřeviny (stromy, keře, palmy, bambusy) úmyslně používají na stejné jednotce půdy jako zemědělské plodiny, zvířata nebo obojí, buď v nějaké formě prostorového, nebo časového uspořádání. V agrolesnických systémech mezi komponenty existují ekologické i ekonomické interakce“.

Silvopastevní systém je agrolesnický koncept pro integrované využívání půdy, kdy jsou kombinovány lesnické a zemědělské prvky tak, aby systém co nejvíce odpovídal principům udržitelnosti a biologické vyrovnanosti. Jedním z cílů je vyrovnání produkce s ochranou zdrojů a tím pádem i ochranou životního prostředí (Smith 2010).

Člověk by měl prostřednictvím tradičních zkušeností a praxe nebo nových znalostí podporovat pozitivní interakce mezi oběma složkami, z počátku ze znalosti založené na výběru druhů dřevin a později na adekvátním managementem, zejména zemědělské plodiny (Mosquera-Losada et al., 2009).

Silvopastevní systémy lze definovat jako řízené jednotky tří hlavních komponent v rámci konkrétního půdně-klimatického kontextu: (1) stromy, (2) pastviny a (3) zvířata. Jsou-li jako čtvrtá složka přítomny také plodiny, je systém označován jako agrosilvopastevní (Mosquera-Losada et al., 2001).

Dle ČSAL silvopastevní systém konkrétně kombinuje chov zvířat s pěstováním stromů na jednom pozemku, a to buď prostorově nebo časově. Podmínkou je, že složky takového systému jsou pěstovány, resp. chovány s hospodářským, environmentálním a/nebo kulturním záměrem (ČSAL 2018).

4.2 Historická perspektiva v ČR

V dobách rozvoje zemědělství a tvorby sídelní struktury pokrýval Evropu více méně rozvolněný les zvyklý na působení pasoucích se zvířat (Vera 2000).

Sběr a pěstování plodin či chov zvířat se na našem kontinentu rozvíjel v lesostepní krajině (Smith 2010). Lidé neměli prostředky ani dostatečnou početnost, aby zabránili uzavření lesa, a tak s ním jejich způsob zemědělství musel koexistovat (Vera 2000).

Neolitické nálezy v českých zemích poukazují na existenci mnohých zemědělských praktik použití stromů či lesa (Beranová & Kubačák 2010). Nejčastěji se jedná o využití stromů při pastvě dobytka či využití listí, větví a opadu stromů jako steliva či krmiva pro dobytek (Beranová & Kubačák 2010). Minimálně do 14. století byla výživa dobytka závislá na téměř celoroční pastvě v nejbližším okolí vesnice v polorozvolněných lesních porostech či lese, kde se mimo vegetační sezonu dobytek pravděpodobně živil podobně jako jeho divocí příbuzní, tedy především větvičkami, listím a kůrou stromů (Beranová & Kubačák 2010).

V době rozmachu nevolnictví a utužování roboty v 17. a 18. století byla pastva v lese značně omezena uplatňováním vrchnostenských práv (Beranová & Kubačák 2010). Zatímco hovězí dobytek a prasata vypásají lepší pastviny, ovce se spokojují s horšími a kozy, až do druhé světové války zvířata nejchudších, si musí vystačit s vegetací na mezích, stráňkách a okrajích cest (Beranová & Kubačák 2010). Vedle pastvy v přirozených porostech a na úhoru existovalo ještě přikrmování dobytka větvičkami pučících stromů či krmení listy stromů (Beranová & Kubačák 2010), popřípadě některými lesními plody jako například bukvicemi a žaludy (Beranová & Kubačák 2010). Lze usuzovat, že pokud se toto doplňování krmiva plody a listy udrželo, muselo být od „vyhnání zvířat a poddaných z lesů“ zajišťováno z nelesních zdrojů, tedy ze stromů mimo les (Krčmářová 2019).

V 18. století se definitivně teoreticky i v krajinném prostoru oddělilo zemědělství od lesnictví (Grove & Rackham 2001).

Stromy pak byly v průběhu 19. a 20. století systematicky odstraňovány ze zemědělských pozemků vlivem zemědělské mechanizace a hluboké orby, pozemkových úprav a vzrůstající specializace zemědělských hospodářství (Herzog 2000). V Čechách k zániku agrolesnictví velkým dílem přispělo vysídlení německého obyvatelstva z

horských a podhorských oblastí a v nížinných pak kolektivizace a intenzifikace zemědělství (Krčmářová 2019).

O historickém výskytu stromů na zemědělské půdě v českých zemích vypovídá habsburský stabilní katastr z první poloviny 19. století (Krčmářová & Jeleček 2016).

Klasifikace půdy, kterou katastr používal, rozeznávala 11 kategorií, jejichž názvy naznačují kombinaci stromového porostu s pastvou zvířat, pěstováním plodin či sběrem dřeva (Krčmářová 2019).

V Čechách se vyskytovaly jen některé z těchto kategorií, a to konkrétně pole, pastviny, louky s ovocnými stromy, pastviny a louky s využitím dřeva a bylo zjištěno, že tyto plochy se vyskytovaly v každé zkoumané vsi, avšak nezabíraly velké plochy. Dvě nejrozšířenější byly pastviny a louky s použitím dřeva a dále pole s ovocnými stromy. Tyto kultury byly tedy v polovině 19. století všudypřítomné, variabilní a nepříliš ekonomicky významné – nezabíraly velkou plochu (Krčmářová 2019).

Různé druhy agrolesnictví se vyskytovaly v různých krajinných a demografických kontextech a byly adaptované na nadmořskou výšku, úrodnost půdy i hustotu zalidnění (Krčmářová & Jeleček 2016). V hustě zabydlených a více zemědělsky zaměřených nížinách obydlených Čechy převažovalo hlavně ovocnářské agrolesnictví, ve vyšších nadmořských výškách řídčeji obydlených převážně českými Němci pak z agrolesnictví převažovaly louky a pastviny se stromy a keři na dřevo (Krčmářová & Jeleček 2016).

Stromy z polí, luk a pastvin s tvorbou katastru oficiálně mizí (Krčmářová 2019). V tabelárních přehledech vytvářených na konci tvorby katastru, po mapování pozemků a odhadování výnosu jednotlivých kultur v jednotlivých katastrech, jsou totiž smíšené kultury započítávány pod běžné louky, pastviny a pole (Krčmářová 2019). Tak je agrolesnictví vyškrtnuto z katastrální klasifikace (Krčmářová 2019).

Zánik smíšených systémů je symptomatický pro 19. století (Krčmářová 2019). Ještě na počátku 20. století, v roce 1908, je v Ottově naučném slovníku lesnictví zahrnuto pod zemědělství, nicméně s rozvojem moderních aplikovaných věd se proti sobě vymezují moderní zemědělství s lesnictvím a začínají se lišit nejen ve smyslu technologickém, ale též kulturním a sociálním, kdy se vymezují nové vrstvy zodpovědné za určování cílů a podoby těchto odvětví (Krčmářová 2019). Vzniká sorta odborníků, lesních a zemědělských inženýrů a dalších, kteří jsou vzděláváni podle

standardizovaných osnov nově definované formy zemědělství v odborných školách a každá taková skupina je pak zodpovědná za svůj „typ“ území (Krčmářová 2019).

Navzdory zániku agrolesnických kategorií v katastrálním členění s tvorbou stabilního katastru i symbolické anihilaci této praktiky v odborném zemědělském diskurzu, stromy na zemědělské půdě přežívaly minimálně do 50. let 20. století (Krčmářová 2019).

Jak ukázaly pravěké a středověké prameny, ale také průzkum stabilního katastru a archivu Etnologického ústavu AV ČR a krajiny samotné, agrolesnictví v Česku tradici mělo, na rozdíl od rakouských, maďarských či mediteránních a pobaltských sousedů však zanikla (Krčmářová 2019).

4.3 Silvopastevní systémy napříč Evropou

Zbytky těchto systémů se v Evropě vyskytují napříč klimatickými a edafickými gradienty a nabývají různých forem a druhového složení a tyto plochy se vyznačují komplexním managementem přizpůsobeným přírodním podmínkám (Krčmářová 2019).

V Pobaltí a Skandinávii existují louky a pastviny se stromy (Dahlstrom et al., 2009), pastva sobů v borovobřezové tajze ve Švédsku, Norsku a Finsku a pastviny s liniovými větrolamy z *Prunus avium, P. padus, Alnus incana, Sorbus hybrida, Fraxinus excelsior, Quercus robur, Acer pseudoplatanus* v Norsku (Hytönen 1995).

K asi nejznámějším patří španělské mediteránní *dehesas,* kde jsou dubové porosty s *Quercus pyraneica, Q. ilex, Q. suber* vypásány ovcemi, prasaty, hovězím dobytkem či koňmi (Olea & San Miguel-Ayanz 2006) a podobně obhospodařované portugalské *montados* (např. Pereira & Pires da Fonseca 2003) či italské *pascoli arborati* (Pardini 2009).

Z alpinské biogeografické oblasti jsou známé například francouzské pastviny s *Larix decidua* vypásané hovězím dobytkem, ovcemi či koňmi (Etienne 1996) či švýcarské pastviny s *Picea abies, Larix decidua* a *Sorbus aucuparia* vypásané ovcemi a kozami (Gillet et al., 1999).

Příklady silvopastevnictví lze nalézt i v jiných částech Evropy jako například v Holandsku a Belgii kde je praktikována pastva ovcí na vřesovištích nebo vodních příkopech osázených stromy (Rois-Díaz et al., 2006), ve Spojeném Království pastva ovcí v porostech s *Betula pendula, B. alba, Pinus sylvestris, Salix caprea, Corylus*

avellana (Kirby et al., 1995) nebo pastva ovcí, koz a hovězího dobytka v dubových porostech s *Quercus suber* na pobřeží Francie a ve východních Pyrenejích (Rois-Díaz et al., 2006). Na některých místech v Ukrajině jsou na pastvinách využívány liniové větrolamy různých druhů stromů (Rois-Díaz et al., 2006), v Maďarsku (Vityi et al., 2014), Rumunsku (Akeroyd 2003) a na Slovensku (Slámová et al., 2016) můžeme nalézt stromové louky a pastviny s druhy jako jsou *Quercus* ssp.

Stromovým loukám věnuje svou pozornost také moravské CHKO Bílé Karpaty, kde stromy slouží dobytku jako útočiště před větrem či deštěm, zdroj potravy, případně chrání před zvířaty okolní pozemky (Krčmářová 2019).

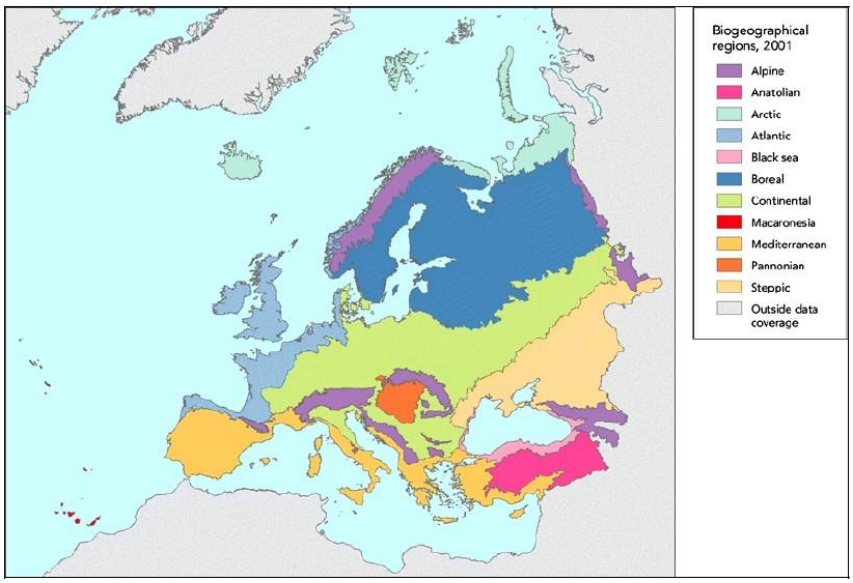
Tradiční kombinace stromů a zemědělství se dále udržuje jen místně většinou v zemědělsky marginálních oblastech (Rois-Díaz et al., 2006).

V posledních desetiletích se rozšířil extenzivní chov koz v evropských alpských oblastech, zejména těch okrajových, kde díky přítomnosti rozlehlé krajiny křovin a nízkých stromů odolných vůči okusu a suchu je dostatek píce ze dřevin, jež představuje základní složku potravy koz (Álvarez-Martínez et al., 2016). Obecný nárůst spotřeby této píce je pozorován v pozdním létě, kdy dostupnost a nutriční hodnota bylinné píce klesá (Castro & Fernández Núñez 2016).

4.4 Klasifikace silvopastevních systémů

V dnešní době se pro klasifikaci silvopastevních systémů používá několik kritérií, mezi něž patří možnost identifikovat systémy podle biogeografického regionu, kde jsou implementovány (viz obrázek 1) (Rois-Díaz et al., 2006), podle prostorového a časového uspořádání a podle funkce (McAdam et al., 2009).

4.4.1 Klasifikace podle biogeografického regionu



Obrázek 1 – Evropské biogeografické regiony (EEA 2003)

4.4.2 Klasifikace podle prostorového a časového uspořádání

Podle kritérií pro prostorové a časové uspořádání složek jsou specifikovány dva základní typy (Mosquera-Losada et al., 2001): a) silvopastevní systémy v rámci stejného území a časového období, kde se dané komponenty nacházejí na menším území většinou ve smyslu soukromého vlastnictví konkrétních pozemků (farmy, výběhy, pastviny) a b) silvopastevní systémy ve stejném časovém období, ale nikoli na stejném území, což lze popsat jako krajinářskou praxi na velkých územních celcích vlastněných různými subjekty. Oba tyto základní typy se mohou vzájemně prolínat, proto je v následující pasáži uveden jen celkový výčet konkrétních způsobů hospodaření.

4.4.2.1 Lesní pastva

Způsob pastvy, kdy lesnická produkce je nadřazena (porosty s vysokou hustotou, přírodní lesy) a je spojena hlavně s chovem volně žijících nebo místních a krajových plemen zvířat (Mosquera-Losada et al., 2009).

Příkladem takovéto praxe je chov sobů v severních boreálních lesích. Napůl domestikovaní sobi se živí lišejníky, zakrslými keři a travami v lesích. Dokud není sněhová vrstva příliš silná mohou sobi vyhrabovat potravu ve sněhu, pak se přeorientují

na lišejníky z korun stromů (Kumpula 2001). Protože počet starých stromů bohatých na lišejníky je nízký, dochází ke kácení a těžbě hlavně v zimním období a větve se nechávají na místě, aby tak poskytovali příkrm sobům (Rois-Díaz et al., 2006).

4.4.2.2 Lignikultura na travních porostech

Skládá se z lesních stromů vysázených v řídkém sponu, a proto takovéto plantáže nelze zahrnout pod definici lesa. Příkladem tohoto typu mohou být topoly v Navarre (Španělsko), kde se plemena skotu používají k vyčištění podrostového patra. Tato nízká hustota umožňuje udržování pastvin jako hlavní produkce v regionu a zároveň vytváří další příjem z lesnických produktů (Rois-Díaz et al., 2006).

4.4.2.3 Víceúčelové stromy

Víceúčelové stromy mohou být ovocné a/nebo jiné stromy náhodně nebo systematicky vysazené na pastvině za účelem poskytování plodů jak pro člověka, tak pro spotřebu zvířat, palivového dříví, krmiva. Listy a plody některých evropských druhů jako je *Castanea sativa*, *Fraxinus* spp., *Betula* spp. a *Quercus* spp. byly a jsou využívány pro krmení zvířat a pomáhají překonat období nedostatku jiné potravy a důležitost stromů poskytujících plody rozmístěných skrze evropskou zemědělskou krajinu lze vidět na velkém počtu různých pojmenováních této praxe jako „*Streuobst"* v Německu, *„près vergers "*ve Francii a „ovocné louky" a „sady" v angličtině (Mosquera-Losada et al., 2009). Navzdory chybějícím informacím o tomto druhu systému je v 11 evropských zemích přibližně 1 milion hektarů víceúčelových stromů (Herzog 2000).

Ve Španělsku a Portugalsku jsou víceúčelové stromy obvykle spojovány s nejtradičnější agrolesnickou praxí v Evropě zvanou *„dehesa"*, kde produkce žaludů druhů *Quercus ilex* a *Quercus suber* byla a stále je využívána jako krmivo pro zvířata jako například prasata (Mosquera-Losada et al., 2009).

Produkce žaludů z této praxe je velmi důležitá pro udržení systému, protože poskytuje levný zdroj krmiva, když jiná píce není k dispozici (Cañellas et al., 2007). Když jsou léta obzvláště suchá a dostupnost pastvy je snížena na velmi dlouhou dobu, jsou stromy prořezávány a prořez pak slouží jako krmivo, zároveň je takto zlepšována

plodnost stromů, a proto jde o jakýsi druh „skladování“ potravy (Mosquera-Losada et al., 2009).

4.4.2.4 Liniové uspořádání

Stromy jsou vysázeny v liniových útvarech, které fungují jako živé ploty nebo větrolamy poskytující též úkryt pro hospodářská zvířata.

V polovině 19. století byly stromy vysazovány jako větrolamy kolem polí, luk a farem. Hlavní účelem byla prevence větrné eroze, ale zároveň stromy poskytovaly útočiště pro zvířata a byly zdrojem palivového a stavebního dřeva (Nair 1993).

Ve většině evropských zemí je zakládání živých plotů a břehových porostů dotováno agroenvironmentálními programy založenými na evropské regulaci EEC 2078/92 o metodách zemědělské produkce slučitelných s požadavky na ochranu životního prostředí a venkova. Implementace těchto programů se však mezi členskými státy velice liší (Rois-Díaz et al., 2006).

4.4.2.5 Lesnictví v chovu hospodářských zvířat

Tvoří mozaiku luk, polí a lesních stromů nikoli uvnitř pozemku, ale na úrovni krajiny. Tento typ vyžaduje vyšší náklady na údržbu, ale má vysokou krajinnou a ekologickou hodnotu. Různé uspořádání narušuje souvislost a zvyšuje tak odolnost vůči šíření lesních požárů ve srovnání s velkými lesními porosty (Loehle 2004).

4.4.3 Klasifikace podle funkce

Tradiční způsob uvažování o hospodaření s půdou, jak jej často praktikují zemědělci a lesníci, se zaměřuje na produkční funkci způsobu užívání půdy (McAdam et al., 2009).

De Groot et al., (2002) popsali čtyři primární funkce ekosystémů jako funkce produkční, stanovištní, regulační a informační. (McAdam et al., 2009). Produkční funkce se týká vytváření biomasy, která poskytuje takové komodity jako potraviny, suroviny a energetické zdroje pro lidskou spotřebu. Stanovištní funkce je spojena s přínosem přírodních ekosystémů k ochraně prostředí nebo biologické a genetické rozmanitosti. Regulační funkce byla definována jako schopnost ekosystému řídit základní ekologické procesy a podporovat život prostřednictvím biogeochemických

cyklů a dalších biosférických procesů a konečně kulturní nebo také informační funkce popisuje poskytování příležitostí pro reflexi, duchovní obohacení, kognitivní vývoj a rekreace. (McAdam et al., 2009).

4.4.3.1 Produkční funkce

V silvopastevní praxi stejně jako v ostatních typech agrolesnictví je dosahováno více jak jednoho produktu, což vychází z integrovaného obhospodařování různých složek daného systému (McAdam et al., 2009).

Produkční funkce stromových složek může zahrnovat ovoce, olej a plody pro lidskou spotřebu, stavební dřevo nebo dřevo pro průmyslovou výrobu, palivové dříví, korek a píci. Obecně je škála produktů získávaných ze stromů širší ve směru ze severu na jih. V severní Evropě je často hlavním produktem stavební dřevo, mlází a okus může být důležité ve střední Evropě a plný rozsah produktů je patrný na jihu (McAdam et al., 2009).

V produkční funkci složek plodin se v silvopastevních systémech jedná především o píci, která se vyskytuje v podrostovém patře ve formě trav nebo leguminosních plodin (McAdam et al., 2009). V závislosti na stromovém pokryvu a relativních nákladech je bylinná vrstva buď přirozená nebo založená (Mosquera-Losada et al., 2005). Přirozeně se vyskytující bylinné vrstvy se postupem času vyvíjely ve starých systémech jako je *dehesa* a *montado* (Olea et al., 2005) a v systémech, kde jsou prasata a drůbež pasena v lesích (Brownlow et al., 2000). Vývoj travních porostů je obvykle vážně omezen, pokud je stromový pokryv vyšší než 55% plochy (Rodríguez-Barreira 2007).

Výstupem produkční funkce zvířecí složky je v silvopastevních systémech obvykle maso (McAdam et al., 2009). Dobytek, ovce, prasata, drůbež a volně žijící zvířata se v závislosti na konkrétních podmínkách mohou uspokojivě pást při minimální potřebě ochrany stromů (Sánchez 2005). Nicméně pokud je hustota stromů příliš vysoká, kvalita a produktivita bylinného patra nebude dostačující pro podporu hustě se pasoucích zvířat a jejich vysokému nároku na energii k odpovídajícím přírůstkům (Mosquera-Losada et al., 2005).

4.4.3.2 Funkce stanoviště

Stromy mohou poskytovat přirozené stanoviště pro širší škálu organismů, protože jsou větší, žijí déle, mají více druhů pletiv a složitější strukturu než rostliny (Burgess 1999). Kromě toho mohou silvopastevní systémy zlepšit stanovištní funkci ekosystému, protože interakce složek stromů, zvířat a plodin vytvářejí prostředí komplexnější a více diversifikované (Rois-Díaz et al., 2006). Například časově vyzrálá *dehesa* je považována za nejvíce biologicky rozmanitou člověkem vytvořenou krajinu v Evropě, protože kombinace stromů a bylinných porostů je stanovištěm pro velké množství hmyzu, ptáků a jiné fauny a flóry (Moreno a Pulido 2007). Mezi další funkci stanoviště stromové složky lze zahrnout stínění poskytující zvířatům útočiště (McAdam et al., 2009).

4.4.3.3 Regulační funkce

Silvopastevní systémy mohou zlepšit schopnost půdy poskytovat rozsáhlé regulační služby jako je ochrana půdy, vody, zlepšování poměru živin, ochrana před požáry a sekvestrace uhlíku. (McAdam et al., 2009).

4.4.3.4 Kulturní funkce

K potenciálu kulturních funkcí silvopastevních systémů lze zahrnout udržování místního kulturního dědictví, vytváření rekreačních příležitostí a zlepšení stavu krajiny (McAdam et al., 2009). Tradiční agrolesnické systémy jsou důležitou součástí kulturního dědictví mnoha evropských oblastí, kde jsou považovány za systémy, které je třeba zachovávat a udržitelně obhospodařovat (Isted 2005). Vera (2000) zhodnotila kulturní význam pasených lesů ve východní a západní Evropě a byly citovány četné příklady takovýchto typů lesů, kde jejich multifunkčnost byla klíčovým prvkem jejich kulturní hodnoty. Existují také podstatné důkazy kulturní hodnoty systémů jako je *dehesa* (Moreno & Pulido 2007).

Další kulturní funkcí silvopastevních systémů pro zemědělce i širokou veřejnost je možnost těžit z rekreačních příležitostí generovaných těmito systémy. Pro zemědělce tak může být příležitost k obohacení příjmů z lovu nebo venkovského cestovního ruchu a pro širší veřejnost může být prospěšné trávení času v takovéto krajině (McAdam et al., 2009).

Jinou kulturní funkcí je ráz krajiny, kdy pro mnoho lidí monokultury plodin a stromů vytvářejí neatraktivní monotónní krajinu, zatímco integrace stromů se zemědělstvím může zvýšit heterogenitu a atraktivitu krajiny (Bell 2000). Kulturní krajina vytvořená slilvopastevnictvím může také přispět k finančním příležitostem ve formě ekoturistiky (Pardini 2005).

4.5 Benefity silvopastevních sytémů

Přírodní kapitál poskytuje lidem řadu výhod ve formě ekosystémových funkcí zahrnujících produkci, regulaci, stanoviště a kulturní funkce, které dále poskytují různé ekosystémové produkty a služby, ze kterých lidská společnost získává environmentální, sociální a ekonomické hodnoty (McAdam et al., 2009). Bohužel jsou zpravidla širší funkce přírodního kapitálu v zemědělské politice na národních úrovních jen zřídka zvažována, a tak se zemědělská krajina stále více specializuje na produkční funkci přírodního kapitálu směřující k monokulturám plodin, což má za následek degradaci ostatních ekosystémových funkcí a environmentální, sociální a ekonomické hodnoty, které poskytují (McAdam et al., 2009).

Hlavní produkční výhody agrolesnických systémů jsou spojeny s lepším využitím zdrojů v prostorovém časovém měřítku, které může současně zvýšit environmentální přínosy snížením ztrát živin ze zemědělské půdy, zvýšení sekvestrace uhlíku, zvýšení biologické rozmanitosti, snížení eroze půdy a napomoci při zvládání rizika požáru v určitých oblastech (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009).

Výhody agrolesnických systémů v různých biogeografických regionech Evropy mohou přinést významné sociální výhody na úrovni farmy i širší veřejnosti (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009).

4.5.1 Využití živin

Kontaminace vody v Evropě je způsobována intenzivním zemědělstvím při používání herbicidů, pesticidů a hnojiv (EEA 2003).

Použití pesticidů je většinou spojeno s monokulturním pěstováním plodin, které usnadňují množení a šíření škůdců, nicméně v agrolesnické praxi jsou herbicidy a pesticidy méně využívány, protože přítomnost stromů působících jako bariéra omezuje šíření škůdců (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009). Podobným způsobem lze snížit disperzi

plevelů prostřednictvím živých plotů nebo pásů dřevin jako fyzických bariér (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009).

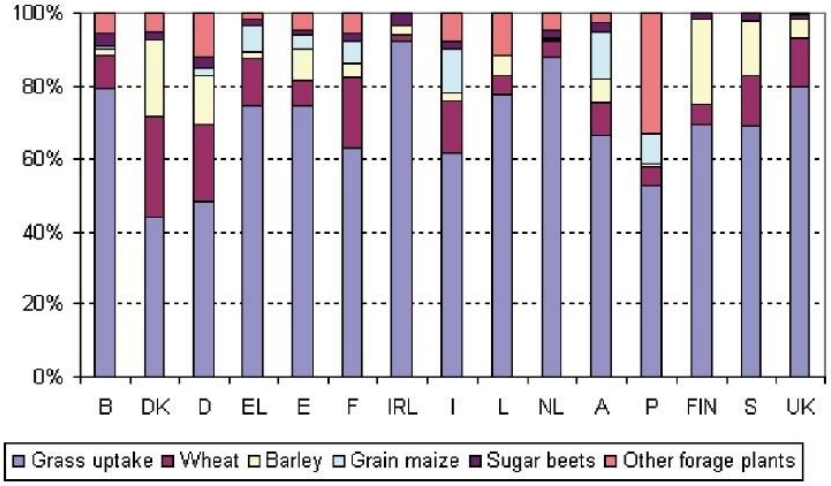
Přebytky živin jsou důležitým evropským tématem souvisejícím s kontaminací vody a eutrofizací, a právě zde se nachází nejdůležitější aspekt snižování kontaminace vody pomocí agrolesnických postupů, kdy kořeny stromů přijímají prosakující živiny, které by jinak kontaminovaly podzemní zdroje vody či povrchové toky (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009).

Hlavním problémem kontaminace vody je eutrofizace jako výsledek přebytku dusičnanů a fosforu. Potenciální kontaminace dusíkem je vyšší než u fosfátu, protože má složitější cyklus (Whitehead 1995) a více příležitostí ke ztrátám včetně vyluhování a úniku do atmosféry (N_2, NO_3, $NO_{2,}$), a tak mohou rozsáhlým způsobem přispět k eutrofizaci a kontaminovat řeky a podzemní vody (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009). Ve 113 regionech Evropy bylo provedeno hodnocení z hlediska dusíkové bilance a bylo zjištěno, že ve 4 % hodnocených regionů přebytek dusíku nebyl, zatímco jeho nadbytek by zaznamenán v přibližně 46 % sledovaných oblastí (EEA 2001). Hlavní zdroje dusíku v evropských kontinentálních vodách jsou minerální (hlavní evropský zdroj) a organické (hnůj je druhým nejvyšším zdrojem) (Pau-Vall & Vidal 1999). Jakmile je dusík (nebo amoniak z hnoje) v minerální formě zaveden do půdy, musí být rychle využit, jinak bude pravděpodobně vyluhován ze systému a způsobí kontaminaci (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009). Účinnost využití dusíku (vyjádřená jako vztah mezi přidaným dusíkem a dusíkem odebraným plodinou) závisí na jeho použité dávce a je snižována se zvyšováním této dávky (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009). Například v severozápadním Španělsku je účinnost dusíku pro travní porosty kolem 41 kg pastevní sušiny na kg ha^{-1} aplikovaného dusíku při přidání 60 kg N ha^{-1}, ale je snížena na 16 kg pastevní sušiny na kg ha^{-1} aplikovaného dusíku při přidání 120 kg N ha^{-1}. To znamená, že se poměr vyluhovaných dusičnanů zvyšuje se zvyšující se dávkou (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009).

Zavádění stromů v agronomickém systému, a to i při nízké hustotě, zvyšuje hloubku a objem kořenů prostupujících půdou, kdy tato skutečnost je zvláště důležitá v hlubších a suchých půdách, protože potřeba vodních zdrojů nutí kořeny stromů prorůst hlouběji do půdního profilu (Grime et al., 1992).

Lesnické postupy obvykle nezahrnují přihnojování kvůli nízké ziskovosti takovéto praxe, nicméně v agrolesnictví může strom těžit z dusičnanů nevyužitých plodinou (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009).

Studie provedená v 15 státech EU ukázala, že pícniny jsou nejdůležitější plodinou západních evropských zemí atlantické biogeografické oblasti (Pau-Vall & Vidal 1999) (viz Obrázek 2) a existuje silný vztah mezi kontaminací dusičnany a intenzivním chovem hospodářských zvířat, kde se hnojení (anorganické i hnojem) užívá ve velké míře (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009). V těchto oblastech se zavedením stromů může dosáhnout snížení vyluhování dusičnanů a zvýšení kvality vod, kdy stromy a pícniny v různých kořenových zónách absorbují živiny (fosfor v písčitých půdách stejně jako dusík a těžké kovy) komplexněji v silvopastevních systémech (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009). V některých systémech chovu hospodářských zvířat tak může být ztráta živin velmi vysoká, zatímco efektivita jejich použití velmi nízká (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009). Například efektivita použití dusíku v intenzivních chovech na mléčnou produkci na písčitých půdách dosažená kvalifikovanými zemědělci je 16 %, zatímco 36 % je technicky dosažitelných (Jarvis & Menzi 2004). Tuto účinnost lze zvýšit v rámci silvopastevního systému. Pásy dřevin ohraničující pastviny mohou také odfiltrovat znečištění a tím zlepšit kvalitu vody (Schultz et al., 2004).



Nitrogen consumption as percentage used by different European crops per EU-15 country (from Pau-Vall and Vidal 1999). B: Belgium, DK: Denmark, D: Germany EL: Greece, E: Estonia, F: France, IRL: Ireland, I: Italy, L: LatviaNL:Netherlands, A: Austria, P: Portugal, FIN: Finland, S: Spain and UK: United Kingdom

Obrázek 2 – Spotřeba dusíku jako procento využití různými zemědělskými plodinami v 15 zemích EU, (Pau-Vall & Vidal 1999).

4.5.2 Sekvestrace uhlíku

Význam dřevin pro sekvestraci uhlíku je založen na jejich vyšší schopnosti absorbce CO_2 z atmosféry, z něhož začleňují uhlík do svých pletiv jak v nadzemní, tak podzemní části, a ukládají jej tak na delší dobu než zemědělské plodiny (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009). Agrolesnické systémy lze považovat za nízkonákladovou metodu sekvestrace uhlíku v daném půdním profilu ve srovnání se zemědělskými systémy, protože mají ve stejném období vytrvalou dřevnatou složku stejně jako bylinnou, která podporuje prorůstání kořenů hlouběji do půdy, a tak zvyšuje potenciál pro sekvestraci uhlíku (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009). Uhlík v nadzemních částech lze skladovat po různá období, od měsíců až po roky v případě nedřevitých rostlin a od desetiletí až po staletí v případě dřevin, uhlík v podzemních částech může být uložen po ještě delší dobu (od staletí až po tisíciletí) ve formě stabilních organických látek v půdě (organická hmota stabilizovaná jílem nebo dřevěné uhlí) a konečně uhlík z povrchové vrstvy zbytků plodin může být skladován po relativně krátkou dobu (měsíce až roky) nebo částečně rozložený jako neaktivní půdní organická hmota v makro agregátech na roky až desetiletí (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009).

Agrolesnické systémy mají současně nepřímý vliv na sekvestraci uhlíku, protože pomáhají snižovat tlak na přírodní lesy (Montagnini & Nair 2004).

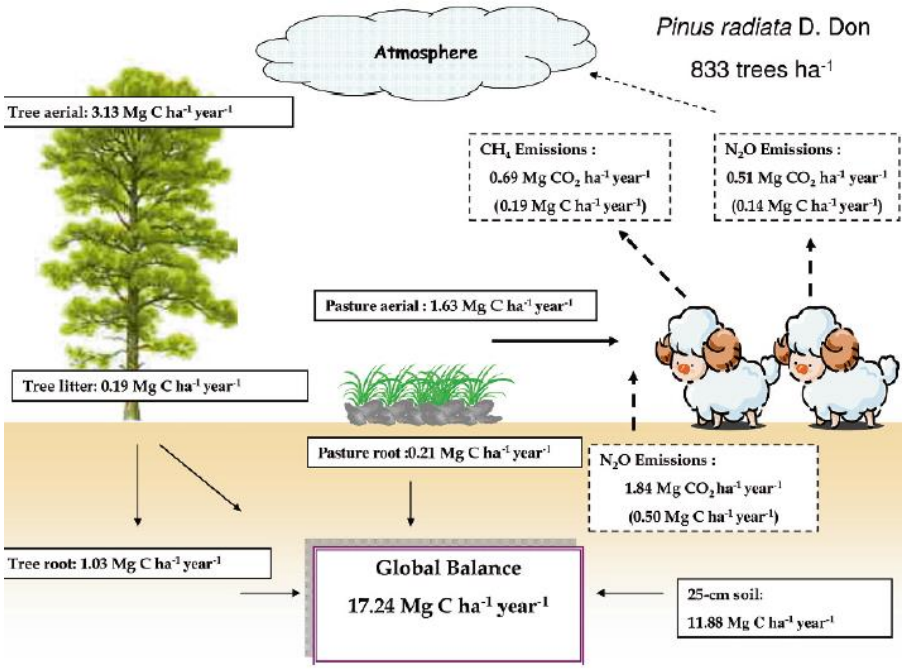
Odhaduje se, že v celosvětovém měřítku by bylo možné založit agrolesnické systémy na 585–1275 × 10^6 ha technicky vhodné půdy, čímž by se dosáhlo uskladnění 12–228 (median 95) t C ha^{-1} za současných klimatických a půdních podmínek (Dixon 1995).

Sekvestrace uhlíku pomocí stromů závisí na různých faktorech, jako jsou půdně-klimatické podmínky, druh dřeviny a management stromů (hustota a distribuce) a všechny tyto faktory souvisejí s mírou růstu stromů, a tedy s kapacitou pro sekvestraci uhlíku, která závisí na míře produkce biomasy a rychlosti čisté asimilace CO_2 (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009). Interakce mezi stromy a plodinami mají v agrolesnických systémech přímý vliv na sekvestraci uhlíku, a tedy v situacích, kdy je konkurence mezi těmito složkami určující, se sníží globální kapacita těchto systémů pro ukládání uhlíku (snížení produkce stromů a rostlin kvůli hydrickému stresu nebo vyčerpání živin), nicméně dosažení synergie v produktivitě plodin a stromů (příjem živin nevyužívaných plodinami) zvyšuje sekvestraci uhlíku na jednotku půdy (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009). Půdní sekvestrace je vyšší u stálezelených listnáčů ve srovnání

s jehličnany a opadavými listnatými dřevinami (Fernández-Núñez 2007). Procento stromového pokryvu se může podstatně lišit a obecně lze říci, že čím se hustota pokryvu zvyšuje, tím se zvyšuje schopnost sekvestrace, dokud není konkurence stromů tak vysoká, že se schopnost sekvestrace na jednotku sníží, zralé porosty pak mají vyšší kapacitu pro skladování uhlíku než mladé porosty, takže oddálení a flexibilita sklizně v agrolesnictví ve srovnání s lesnictvím by mohla zpočátku vyrovnat vyšší hustotu lesních stromů z hlediska ukládání uhlíku (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009). Takovou distribucí stromů, která podporuje homogenitu hustoty kořenů v půdě bude pravděpodobně dosaženo vyšší schopností sekvestrovat více uhlíku (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009).

Fernández-Núñez (2007) provedl v Galicii skrze polní data uhlíkovou bilanci pro silvopastevní systém (833 stromů ha^{-1}) na písčité půdě s rychle rostoucím druhem (*Pinus radiata*) (viz Obrázek 3). Byly měřeny parametry půdy, stromů a bylinného podrostu a po deseti letech bylo dosaženo celkové bilance při započítání míry přírůstku chovaných ovcí založené na odhadu produkce pastviny. Tento silvopastevní systém uložil kolem 17,24 t C ha^{-1} rok^{-1} a většina ho byla v půdním uhlíku, který byl vzorkován v prvních 25 cm hloubky svrchní vrstvy. Počáteční obsah uhlíku v půdě byl kolem 44 t C ha^{-1}, což je čtyřikrát méně než hodnota získaná o deset let později (118,8 t C ha^{-1}). Půdní uhlík pochází z rozkládajících se kořenů stromů i travin, stejně jako z rozkladu nadzemní biomasy z jehličí a nesklízené píce. Obecně v tomto systému, ve srovnání s exkluzivně zemědělským systémem, přispívá složka stromů k celkové bilanci přibližně 27,5 %. Tyto výsledky jsou založeny na rychle rostoucím druhu na místě s vysokým indexem kvality a v oblasti s vysokým růstovým potenciálem stromů a poskytuje jistou představu o možném dosaženém stupni ukládání uhlíku v takovémto silvopastevním systému (Fernández-Núñez 2007).

Stejná studie byla provedena s druhem *Betula alba* a bylo zjištěno, že i když je rychlost růstu stromu nižší, byla celková bilance velmi podobná díky vyššímu podílu uhlíku v půdě, což lze vysvětlit rychlým začlenění listů a kořenů tohoto druhu (Fernández-Núñez 2007).



Obrázek 3 – Uhlíková bilance silvopastevního systému (833 stromů ha^{-1}) na písčité půdě s rychle rostoucím druhem (*Pinus radiata*), (Fernández-Núñez 2007).

4.5.3 Omezení rizika požárů

Požáry jsou problémem v evropských oblastech se suchými léty, kde nedostatečná údržba lesních a jiných zalesněných pozemků z důvodu vysokých nákladů (prořezávka a jiná pěstitelská opatření) umožňuje růst podrostové vegetace a její akumulace v čase je velmi důležitá (Rigueiro-Rodríguez et al., 2005b). Silvopastevní systémy představují dobrý způsob, jak snížit riziko požáru, protože suchá vegetace podporující takové požáry je odstraňována díky pasení zvířat (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009). Prevence rizika požárů může také omezit ztrátu biodiverzity a uhlíku v celosvětovém měřítku. Současně silvopastevní systémy zvyšují hodnotu půdy (získáváním vysoce kvalitních živočišných produktů) a pomáhají chránit tradiční způsoby hospodaření (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009).

Lesní pasení také působí jako doplňková strategie zpomalování hoření, která v důsledku omezuje erozi půdy vytvářením mechanických překážek hoření (Robles et al., 2008).

Dopad implementace silvopastevních systémů na snížení rizika požárů se v biogeografických regionech Mediteránu a Atlantiku liší (Rigueiro-Rodríguez et al.,

2009). V atlantických oblastech, kde se jako vegetační pokryv vyskytují vytrvalé byliny je silvopastevnictví strategicky spojeno se změnou vegetace, protože pasení mění vegetaci z keřového pokryvu na přírodní louky v důsledku hnojení výkaly hospodářských zvířat (což podporuje spíše byliny než keře), sešlapu a selektivního spásání nových keřových pupenů, což ve střednědobém horizontu likviduje tyto křoviny (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009). Suchá léta ve středomořských regionech snižují vegetační krytí kvůli nízkému zastoupení bylinných vytrvalých druhů, takže pastva v takových obdobích je založena na redukci keřové biomasy (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009).

4.5.4 Biodiverzita

Agrolesnické postupy s dřevinnou složkou, která vnáší do systému heterogenitu ve srovnání s exkluzivně zemědělsky využívanou půdou, podporují zachování biologické rozmanitosti přímým i nepřímým způsobem z několika důvodů (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009). Stromy vytvářejí gradienty vlhkosti, světla a úrodnosti v nadzemní i podpovrchové sféře, čímž vytvářejí podmínky pro vývoj mnoha různých mikroorganismů, fauny (hmyz, červi…) a rostlinných druhů přizpůsobených pro takové mikroklima (Mosquera-Losada et al., 2005).

Lesní pastva napomáhá udržovat úroveň biologické rozmanitosti spojené s pastevními způsoby různých druhů zvířat, včetně volně žijících, která těží ze strukturální heterogenity vytvářené stromy (Mosquera-Losada et al., 2006). Ve srovnání s exkluzivně uměle zakládanými lesy vytvořenými při zalesňování je zde více času pro transformaci mezi zemědělskou a lesní půdou, umožňující přirozenou postupnější rekolonizaci podrostovými druhy (Mosquera-Losada et al., 2006).

Na druhé straně, agrolesnictví též s vývojem stromového pokryvu vytváří heterogenitu v čase, což dává příležitost k zavedení různých druhů jako součást silvoorebných i silvopastevních praxí. Úroveň biologické rozmanitosti závisí na druhu dřevin, jejich růstu, struktuře a anatomii listů, což umožňuje slunečnímu světlu dosáhnout podrostového patra v různé intenzitě a různé stupně biochemické syntézy i rozkladu pak určují druhovou sestavu, která se vyvíjí v porostu, včetně ptáků, pavouků a motýlů (McAdam & McEvoy 2008). V počátečních fázích nově vysazeného silvopastevního systému, může rozmanitost travních druhů zůstat podobná jako u

konvenčně spásaných ploch. Při pokusech ve Spojeném Království bylo zjištěno, že druh *Lolium* zůstal dominantní pod jasany (*Fraxinus excelsior*), javory (*Acer pseudoplatanus*) a modříny (*Larix decidua*) až do doby, kdy pokryv korun stromů dosahoval více než 35 % (Sibbald et al., 2001). Vliv stínu stromů na biodiverzitu travních porostů byl negativní v hustém pětiletém systému s *Pinus radiata* (Mosquera-Losada et al., 2006) a účinek byl nevýznamný u břízy se stejnými charakteristikami porostu (Rigueiro-Rodríguez et al., 2005b).

V silvopastevních systémech v Severním Irsku byl při přechodu z otevřených travních porostů na agrolesnické podmínky zaznamenán nárůst počtu bezobratlých druhů a jedinců čeledi střevlíkovitých (Cuthbertson & McAdam 1996) a ve Skotsku nárůst počtu druhů a jedinců ve čtyřech skupinách členovců (Dennis et al., 1996).

Evropská biologická rozmanitost v širším smyslu úzce souvisí s ohroženými oblastmi trvalých travních porostů a tlak na taková stanoviště neustále roste, přičemž tyto ekosystémy hrají hlavní, ale ne vždy dobře uznávanou nebo pochopenou roli pro společnost, pokud jde o zaměstnanost, kterou zprostředkovávají, výstupy nebo životní prostředí které vytvářejí a přispívají tak k udržení úrovně biologické rozmanitosti (Rois-Díaz et al., 2006). Pastviny jsou klíčovým stanovištěm pro mnoho druhů bylin, pasoucí se zvířata, motýly, plazy a velké množství druhů ptáků (Rois-Díaz et al., 2006).

Biodiverzita je na úrovni krajiny podporována silvopastoralními systémy v důsledku propojení lesních a zemědělských stanovišť a vytvářením biokoridorů pro divoká zvířata, což je zvláště důležité v oblastech s nízkou rozlohou lesů. Kromě toho existuje důležitý vztah mezi biodiverzitou a tradičními praktikami, jako je sezónní přehánění hospodářských zvířat, například v polohách lesů v alpských oblastech, které propojuje nížiny s vysočinou (Bunce et al., 2005).

Silvopastevní systémy mohou být také využity v křehkých ekosystémech a znevýhodněných oblastech, na která jsou lokální krajová plemena zvířat dobře přizpůsobena, a tak je jejich hodnota genetické biologické rozmanitosti zachována udržitelnějším a výnosnějším způsobem (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009).

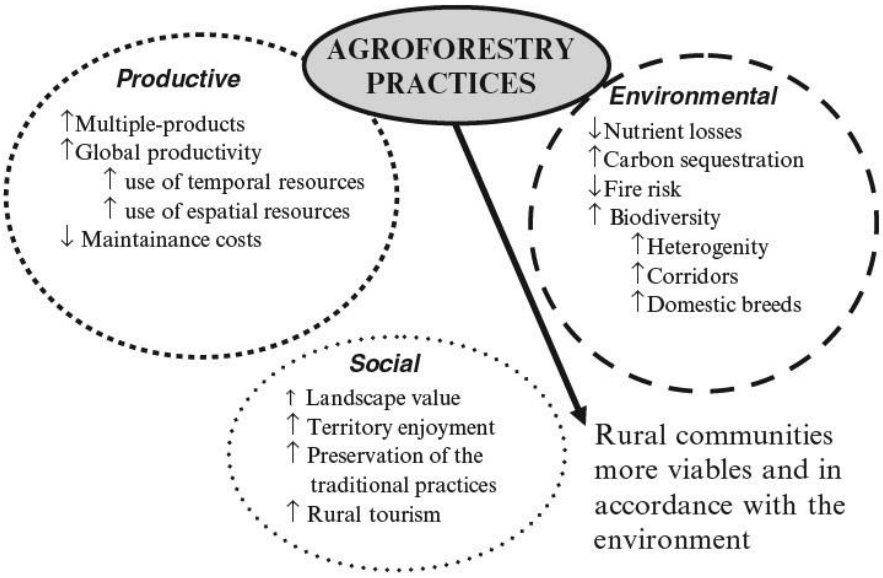
Evropa je domovem velké části (téměř poloviny) světové rozmanitosti domestikovaných zvířat s 3 051 plemeny registrovanými v databázi FAO. Pasoucí se hospodářská zvířata (přežvýkavci a koňovití) představují 63 % všech zaznamenaných evropských plemen, přičemž téměř celá polovina všech evropských plemen je klasifikována jako ohrožená vyhynutím a bohužel, procento plemen savců v Evropě

ohrožených tímto způsobem vzrostlo z 3 % na 49 % a plemena ptáků z 65 % na 79 % mezi lety 1993 a 1997. Tento pokles genetické rozmanitosti je důsledkem intenzifikace a rozsáhlé industrializace zemědělství, globalizace světového obchodu se zemědělskými produkty a plemeny zvířat, včetně důsledku zničení tradičních zemědělských systémů spojených s hospodářskými zvířaty vývojem a rozšiřováním geneticky uniformních plemen (Rois-Díaz et al., 2006).

4.5.5 Sociální perspektivy

Sociální výhody agrolesnických systémů pro majitele a společnost obecně jsou založeny na jejich produktivních a environmentálních výhodách (viz Obrázek 4) (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009) Produkce s více výstupy (houby, vlna, maso, léky atd.) z obvykle neproduktivní oblasti je hlavní výhodou, protože může doplňovat příjem majitele farmy a hodnotu jeho půdy v zalesněných oblastech, které by jinak neprodukovaly zisk, dokud by stromy nedorostly do rozumné velikosti (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009). Celková produktivita se při zvolení vhodných druhů stromů zvýší díky lepšímu využití časových a prostorových zdrojů, kde stromy mohou těžit z režimu hnojení plodin, čímž se zvýší potenciál využití živin a zároveň při silvopastevních praktikách je posílena živočišná produkce založená na levnějších a vysoce kvalitních krmivech, což se týká také přehánění hospodářských zvířat z nížin do lesních oblastí na vysočiny prodlužující pastevní období (*dehesa*) při vodním deficitu v oblastech mediteránu nebo kvůli ochraně stromů v boreálních oblastech (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009). Lepší využívání sezónních zdrojů je také založeno na použití víceúčelových druhů stromů pro krmení zvířat nebo výsadbě dřevin, které mají během léta zelené listy (např. linie *Morus alba, Salix* spp., *Fraxinus* spp.). Náklady pro zemědělce, kteří spravují jak stromy, tak zemědělské systémy jsou menší než v případě lesnické praxe, protože zásahy jako např. odklízení nejsou potřeba, což je o to důležitější v evropských oblastech s vysokým rizikem požáru (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009). Agrolesnické praktiky z obecného sociálního hlediska umožňují příznivější vnímání ze strany široké veřejnosti, protože zvyšují estetickou hodnotu krajiny a pomáhají zachovávat tradiční postupy a kulturu venkova, čímž lze také zvýšit příjmy farmy, pokud je spojena s venkovským cestovním ruchem a může propojit takovéto

ocenění venkovské krajiny s výrobou vysoce kvalitních produktů ekologického zemědělství (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009).



Productive, environmental and social benefits of agroforestry system practices

Obrázek 4 – Interakce sociálních, produktivních a environmentálních výhod agrolesnických systémů, (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009).

4.5.6 Nutriční aspekty

Integrace keřů a stromů jako zdroje krmiv se v pastevectví praktikuje v tropech (Dalzell et al., 2006), Středomoří (Mosquera-Losada et al., 2012) i ve vysočinách po celém světě (Vandenberghe et al., 2007). V Evropě mírného pásu, jako například v Německu, byly keře a stromy postupně odstraňovány ze zemědělské krajiny z důvodu intenzifikace výrobních procesů založených na travní píci (Nerlich et al., 2013). Nicméně v současnosti zájem o dřeviny jako zdroj píce pro hospodářská zvířata opět stoupá (Vandermeulen et al., 2016).

Vzhledem k hlubokému kořenovému systému mohou stromy udržovat vysokou výživovou kvalitu listů i během sucha, kdy se kvalita bylinné píce snižuje (Papachristou & Papdastasis 1994). Z tohoto důvodu se zájem o krmné dřeviny zvyšuje i v evropských mírných oblastech, kde se v důsledku globálního oteplování období sucha vyskytují se zvyšující se tendencí, co se délky trvání a frekvence týče (Vandermeulen et al., 2018a). V této souvislosti se silvopastevní systémy šíří jako možné řešení, jak čelit změnám

klimatu a jako podpora udržitelného a pružného zemědělství, zejména v okrajových oblastech (Seidavi et al., 2018).

Listy dřevin jsou stále více uznávány jako vysoce kvalitní krmivo pro malé přežvýkavce, buď jako jediné krmivo nebo jako doplněk stravy. Mají vynikající minerální složení ve srovnání s některými travinami (např. suché trávy), a tak jsou významným zdrojem minerálů pro zvířata a jejich bachorovou mikroflóru (Leng 1997). Některé listy mají vysoký obsah bílkovin a jsou proto vhodné jako doplňkový zdroj, zejména pokud jsou přežvýkavci krmeni krmivem s nízkou výživovou hodnotou (Kongmanila 2012).

V moderních silvopastevních systémech se zvyšuje zájem o využívání dřevin jako doplňkového zdroje krmiva pro zvířata, ačkoli byly původně vysazeny za jiným účelem. Příkladem mohou být vrby (*Salix* spp.) sázené ve Spojeném království jako půdoochranný prvek nebo pro produkci štěpky a zároveň sloužící jako krmivo pro hospodářská zvířata (Smith et al., 2014). Navíc zkrmování píce ze dřevin s obsahem KT může na pastvinách zlepšit koloběh dusíku posunem od jeho vylučování v moči do výkalů (Grainger et al., 2009), ve kterých je dusík stabilnější a dochází tak ke snížení rizika emisí N_2O a ztrát (de Klein & Eckard 2008).

V některých uspořádáních se zvířata nekrmí na dřevinách, zatímco v jiných jsou považovány za zdroj krmiva dvojího typu a to píce (listů a větviček) a plodů (Liagre 2006). Obvykle jsou hlavním zdrojem píce listy, ale v některých specifických případech jsou využívány i plody. Kaštany (*Castanea sativa*) a žaludy (*Quercus* spp.) mohou být krmeny přežvýkavcům a někdy i monogastrům (Liagre 2006). Rozdílná výživová hodnota rostlin může ovlivnit volbu zvířat k jejich zkrmování (Meier et al., 2014).

V silvopastevních systémech mohou keře a stromy zvířatům přispívat jako zdroj energie, bílkovin a dalších živin (Kemp et al., 2001), zatímco během kritických období nedostatku travní píce se mohou stát jediným zdrojem krmiva, který je v danou chvíli k dispozici (Dalzell et al., 2006). Mohou zlepšit reprodukční výkon (Musonda et al., 2009), váhový přírůstek (Gardiner & Parker 2012) a produkci mléka (Maasdorp et al., 1999). Dále v závislosti na druhu okusu a obsahu jeho sekundárních metabolitů (např. KT) mohou omezovat výskyt vnitřních parazitů (Mupeyo et al., 2011) a také metanogenezi (Ramírez-Restrepo et al., 2010).

V oblastech mírného pásu lze pro ovce využít vrbu (*Salix* spp.) jako zdroj píce k překlenutí letních a podzimních období sucha (Pitta et al., 2005). Tato praktika byla

zkoumána pro její vliv na výkon zvířat a bylo zjištěno, že zlepšuje reprodukci u bahnic o 20 %, zvyšuje počet narozených jehněčích dvojčat (Pitta et al., 2005) a snižuje post-natální mortalitu jehňat z 17,1 na 8,4 % ve srovnání s kontrolní skupinou (McWilliam et al., 2005).

Plný přístup ke krmným blokům vrb (*Salix* spp.) může snižovat úbytek denní živé hmotnosti u ovcí až o 60 % (Pitta et al., 2005), u dobytka pasoucího se na letní suché pastvině s doplňováním čerstvého vrbového ořezu pak až o 44 % (Moore et al., 2003).

Kozy jsou dobře přizpůsobeny k využívání píce nízké kvality díky jejich bachorové mikroflóře schopné degradace vysoce lignifikovaných materiálů a odolné vůči toxicitě tříslovin, což má za následek zvýšenou schopnost stravitelnosti píce ze dřevin (Manousidis et al., 2016).

Druhy jako je *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, *Salix caprea* a *Sorbus aucuparia* patří při okusu kozami mezi preferované, ať už přímo, nebo metodou cut-and-carry (Iussig et al., 2015).

Listy *A. pseudoplatanus*, *F. excelsior* a *S. caprea* jsou vhodné pro výživu koz na konci léta, kdy kvalita (a zvláště koncentrace některých mastných kyselin) bylinné pastvy klesá (Ravetto Enri et al., 2017).

Metabolismus lipidů v bachoru a mléčné žláze může být ovlivněn takovým snížením kvality pastvy, obvykle ústící v nižších koncentracích příznivých MK v získaných mléčných a masných produktech (Ferlay et al., 2017).

Vysoká stravitelnost listů *F. excelsior* v celém průběhu vegetace může být způsobena pozitivním vlivem nízkých koncentrací ADL a fenolových sloučenin, bez ohledu na nízkou koncentraci HP (Ravetto Enri et al., 2017). Tyto druhy mohou být považovány za potenciálně vysoce výživné krmivo, jež také zlepšuje kvalitu kozí mléčné produkce pro lidskou výživu, jak je potvrzeno jeho tradičním užíváním v evropských horských oblastech (Thiebault 2005). Také listy *S. aucuparia* vykazují podobné hodnoty stravitelnosti, nicméně nízká koncentrace HP a mastných kyselin o něj mohou částečně snižovat zájem (Ravetto Enri et al., 2017).

V pastevních systémech s dostatečnou produkcí bylinné píce k pokrytí požadavků hospodářských zvířat, jako například v Belgii, mohou existovat jiné důvody pro užívání píce ze dřevin, kde dostupnost dalšího zdroje krmiva poskytuje příležitost diverzifikovat stravu přežvýkavců, a tak uspokojit jejich individuální nutriční

požadavky, ale také mohou přispět k lepšímu zvládnutí toxinů a parazitů (Manteca et al., 2008).

Většina z těchto účinků je spojována s kondenzovanými třísloviny (KT), bioaktivními sekundárními metabolity nalézající se v mnoha dřevinách (Kemp et al., 2001).

Bylo zjištěno, že jehňata s parazitickou zátěží přijímala větší množství krmiv s obsahem tříslovin než jedinci bez parazitů (Villalba et al., 2010). Zkrmování píce z vrb (*Salix* spp.) mělo u mladých ovcí za následek snížení parazitického zatížení hlísticemi a jejich plodnosti, což je spojováno s přítomností KT v tomto druhu krmiva (Mupeyo et al., 2011).

Častým argumentem pro zavádění píce ze dřevin do krmných dávek přežvýkavců jsou právě tyto terapeutické a výživové vlastnosti (Thiébault 2005).

Navzdory těmto přínosným vlivům může být začlenění píce ze dřevin do výživy hospodářských zvířat omezeno důsledkem nízké chutnosti (Kanani et al., 2006) nebo toxicity (Dalzell et al., 2006).

4.5.6.1 Třísloviny

Listy dřevin obsahují sekundární metabolity, které jsou schopné vázat se s proteiny a chrání je tak před mikrobiálním rozkladem v bachoru, čímž mohou být následně tráveny ve střevě a dochází tak k navýšení živočišného proteinu (Leng 1997). Rostlinné sekundární sloučeniny jsou také schopny měnit bilanci mikroorganismů v bachoru (Vasta & Bessa 2012). Tyto molekuly ovlivňují metabolismus bachoru mnoha různými způsoby, s prospěšnými nebo škodlivými účinky v závislosti na konkrétní sloučenině, požitém množství a živočišném druhu (Bueno et al., 2015).

Rozdíly v koncentraci rostlinných sekundárních metabolitů mohou přinášet specifické chemické atributy mléčné a masné produkce přežvýkavců (Iussig et al., 2015). Některé rostlinné sekundární sloučeniny, jako například fenolické, obsažené ve velkém počtu druhů krmných dřevin, jsou také charakterizovány jako potenciálně antinutriční (Waghorn 2008). Třísloviny mohou mezi fenolickými sloučeninami způsobit jak nepříznivé, tak prospěšné účinky na výživu, zdraví a produkci ve vztahu k jejich molekulárním charakteristikám a koncentraci (Min et al., 2003). Tyto třísloviny mohou v závislosti na typu, chemických vlastnostech a požitém množství (1) zvýšit dostupnost proteinu nedegradovaného v bachoru (2) snižovat produkci metanu (3)

bránit proti nadýmání a (4) omezovat gastrointestinální parazity (Vandermeulen et al., 2018).

Koncentrace 75–100 g kondenzovaných tříslovin na kg sušiny omezily příjem krmiva, trávení sacharidů v bachoru a rychlost růstu těla a vlny u pasoucích se ovcí, zatímco hodnoty 30–40 g kondenzovaných tříslovin na kg sušiny poskytovaly výživové přínosy (Barry & McNabb 1999).

Zařazení nízké koncentrace (až 16,3 g / kg SH) KT do výživy jehňat může zlepšovat antioxidační vlastnosti v mase a tím zvýšit jeho stabilitu pro skladování (Francisco et al., 2015).

Kondenzované a hydrolyzovatelné třísloviny se během přežvykování a trávení píce kombinují s proteiny za vzniku sražených a stabilních tříslovino-bílkovinných komplexů a tvorba těchto stabilních komplexů může snížit množství stravitelného proteinu dostupného pro býložravce a stravitelnost takovéto píce může být také snížena negativním vlivem tříslovin na mikroflóru bachoru (Hagerman et al., 1992).

Schopnost srážení proteinu se také liší v závislosti na typu lesního porostu. Zvýšená dostupnost světla vede ke zvýšené produkci fenolických sloučenin (Shure & Wilson 1993). Rostliny rostoucí v nezastíněných částech oblasti mají vyšší obsah tříslovin než ty, které jsou v hustých částech lesa (Starkey et al., 1999).

Kondenzované třísloviny také vytvářejí stabilní komplexy s ionty kovů a jsou dobrými redukčními činidly a též mohou mít pozitivní efekt jako prevence pěnivému nadýmání nebo zlepšením využití přijatého dusíku (Jean-Blain 1998).

Stejně jako jiné nutriční indikátory se obsah tříslovin v dřevinách liší v závislosti na jejich sezónnosti a vyzrálosti (González-Hernández & Silva-Pando 1999). Obecně lze tvrdit že obsah tříslovin je nejvyšší na jaře, středních hodnot pak nabývá v létě. U mnoha druhů klesá obsah tříslovin v listech s postupující roční dobou, tedy od jara do léta, podzimu a zimy (González-Hernández et al., 2003).

Přestože třísloviny mají u mnoha pícnin negativní vliv na úroveň stravitelného proteinu (SP), okusovači se na takové podmínky adaptovali a vyvinula se u nich významná schopnost trávení takto sražených proteinů. Jsou schopni optimalizovat dostupnost živin v sezónní stravě zahrnutím směsi druhů, kde některé mají nízký obsah tříslovin. Trávy a vybrané druhy lučních bylin, které v podstatě třísloviny neobsahují, jsou pak důležitou složkou jejich výživy během jara a léta (Starkey et al., 1999).

Existují protichůdná tvrzení o příznivých a toxických účincích způsobených hydrolyzovatelností tříslovin u různých živočišných druhů (Clifford & Scalbert 2000) a biologicky signifikantní rozdíl typů tříslovin, včetně jejich úlohy v ekologii živin.

Některé hydrolyzovatelné třísloviny mohou u přežvýkavců a koní vyvolávat závažné intoxikace (Jean-Blain 1998).

Pro jeleny měly snížené koncentrace tříslovin a fenolického glykosidu oregoninu během podzimu za následek zvýšenou chutnost listů olše červené (González-Hernández et al., 2000).

Studie potravních návyků jelenů prokázaly, že druhy *Calluna vulgaris* a *Vakcinium myrtillus* se v jejich stravě vyskytují ve vyšších úrovních ve srovnání s druhy *Erica* ve stejné zkoumané oblasti a to přesto, že tyto dva druhy dřevin měly 100 % hydrolyzovatelných tříslovin, zatímco druh *Erica* jen 68–95 % kondenzovaných tříslovin a pouze 5–32 % hydrolyzovatelných (González-Hernández et al., 2003).

4.6 Management krmných dřevin v živočišné výrobě

V České republice se agrolesnictví mírného pásu v současných zemědělských ani lesnických osnovách nevyskytuje, chybí i systematický výzkum této praktiky z hlediska jeho historie, ekologie či agroekonomického potenciálu (Krčmářová 2019).

Zahraniční výzkumy poukazují na mnoho zajímavých tradičních technik soužití zemědělství se stromy, ale také na neblahý trend ubývání stromů (Rois-Díaz et al., 2006) a podobné snižování ploch polopřirozených lesů s volnější strukturou (Prins et al., 2011). S nimi mizí staré praktiky vycházející ze znalosti ekologických vztahů mezi stromy a hospodářskými plodinami nebo zvířaty (McAdam et al., 2008).

Ačkoli existuje široká škála silvopastevních systémů podle jejich cíle a způsobu hospodaření, běžně jsou dosahovány dvěma způsoby, a to buď výsadbou stromů na stávajících pastvinách, nebo zahájením pastvy zvířat a / nebo produkce píce v lese (Peeters et al., 2014).

Při zakládání nových silvopastevních systémů výsadbou dřevin na stávajících pastvinách je též nutné zamezit zvířatům v okusu nově vysazených stromků. To lze provést například instalací a upevněním kari sítí kolem celého kmínku a v dostatečné vzdálenosti od něj, nebo potažením upevňovací trojnožky k výsadbám pletivem s dostatečnou pevností a hustotou ok. Aby zábrana proti okusu mohla plnit svůj účel,

musí být především dostatečně pevná, soudržná a celistvá. Výška takové ochrany závisí na druhu hospodářských zvířat, respektive jejich schopnosti okusu, co se výšky týče.

Na úrovni hospodářství lze z hlediska kompozice rostlin uvést tři hlavní silvopastevní struktury (Sharrow et al., 2009):

 Stromy na pastvinách: dřeviny jsou vysazeny široce rozvolněné na již zavedených travních porostech, kvůli diverzifikaci produkce a / nebo asociaci dřevin a bylin;

 Pasené lesy: prořezávka a prosvětlení stávajícího lesa za účelem využití interakce komponent a / nebo diverzifikace;

 Lesnictví v živočišné výrobě nebo zalesněné výběhy: stromy a keře jsou vysazeny ve vysoké hustotě za účelem diverzifikace výroby.

Další rozlišení může zahrnovat rozdíly v důsledku druhů a plemen zvířat, druhů a kultivarů dřevin, bylinné složky, klimatu, způsobu využívání půdy a uspořádání výsadby (Papanastasis et al., 2008).

Existují také negativní dopady integrace stromů na pastviny ve smyslu snižování produktivity pastviny samotné (Devokta et al., 2009). Dřeviny a byliny na pastvinách soutěží o nadzemní a podzemní zdroje, zejména se pak jedná o stínění a konkurenci o vláhu a živiny, přičemž jsou tyto vlivy závislé na druzích stromů a bylin (Devokta et al., 2009). Klíčová je správa druhů, například výsadba dusík fixujících druhů jako je *Alnus* spp nebo druhy z čeledi bobovitých, u kterých se očekává, že zlepšují koloběh živin a úrodnost půdy, a tak prospívají bylinné komponentě pastviny (Smith & Gerrard 2015).

Dřeviny mohou být rozptýleny nebo seskupeny uvnitř nebo po okrajích pastvin (Peeters et al., 2014). Nicméně produktivita a omezení silvopastevních systémů jsou variabilní v důsledku druhu a kultivarů, věku a struktury rostlin, doby sklizně, podmínek prostředí a správy (Dalzell et al., 2006). Kromě fyzické distribuce lze dřeviny jako krmivo pro přežvýkavce uplatnit dalšími způsoby: přímým okusem nebo prořezem s nebo bez konzervace píce.

4.6.1 Přímý okus dřevin

Píci z topolů a vrb lze získat seřezáním řídce rozmístěných stromů původně vysázených jako protierozní opatření, plantáží rychle rostoucích dřevin, nebo případně ze speciálně vysazených krmných bloků, které mohou být kopicovány (výmladkově

obhospodařovány) nebo okusovány (Douglas et al., 2003). Intenzivně pěstované krmné bloky jsou řídčeji používány a obecně se jedná o vrby, které jsou vysazeny ve vyšší hustotě (1500-3000 výhonů / ha) než ty, které se používají pro ochranu půdy proti erozi (Douglas et al., 2003). Mohou být zakládány v blocích 1,2 m × 1,2 m a spravují se prostřednictvím řízeného okusu a každoročním ořezem tak, aby větve zůstaly v dosahu zvířat. Kříženec vrby *Salix matsudana* X *alba* může produkovat až 7,2 t SH / ha rok, z čehož 15-19 % je jedlých, ve srovnání s pastvinou jílku (*Lolium perenne*), která během celé sezóny poskytuje 9,8-10,9 t SH / ha (Douglas et al., 1996). V experimentu s bahnicemi, které měly volný přístup ke krmným blokům vrb během pozdního léta a podzimu, byl dobrovolný příjem okusu odhadnut na 2,1 kg SH / bahnici a den s podílem 0,29 kg listů dřevin, zatímco příjem na kontrolní pastvině byl v rozmezí 0,7 -1,66 kg SH / bahnici a den (Pitta et al., 2007). Skot okusuje 0,7-2,4 kg SH na jedince a den ve výšce 1,6-2,2 m (Kemp et al., 2001).

V komplexnějších plantážních systémech je vhodné kombinovat druhy s podobnou chutností, aby se tak předešlo nadměrnému okusu druhů preferovaných (Papachristou & Papanastasis 1994). K zajištění optimální produktivity musí být výška okusu regulována v závislosti na druzích hospodářských zvířat. U skotu se doporučuje výška kolem 2 m (Dalzell et al., 2006), zatímco okus pro ovce by měl být zařezáván asi 0,4 m nad zemí (Douglas et al., 2003). Postupným okusováním nejprve ovcemi a až následně skotem lze dosáhnout určité komplementarity a omezit tak přerůstání dřevin (Pitta et al., 2007). Nicméně je třeba zamezit nezvratnému poškození velkými zvířaty (Vandenberghe et al., 2007). Citlivost dřevin samotných k okusu se liší a bylo například zjištěno, že *F. excelsior* byl více poškozen okusem ovcemi než *Acer pseudoplatanus*, což může být způsobeno jejich rozdílnou chutností a / nebo aktuální výškou dřevin. (Eason et al., 1996).

4.6.2 Ořez dřevin (čerstvá píce)

Namísto přímého okusu může být dřevitá píce ořezána a distribuována zvířatům do chlévů nebo zkrmena na místě (Bestman et al., 2014), jak praktikují například francouzští pastýři v Pyrenejích a Centrálním masivu s větvemi *Fraxinus excelsior* (Liagre 2006). Tato praxe, zvaná „Cut-and-carry“, má v silvopastevních systémech dlouholetou tradici (Liagre 2006).

Pro sklizeň píce z keřů a stromů lze použít různé metody jako např.: odvětvení, řez na hlavu nebo kopicování.

Odvětvení je dosaženo ořezem spodních bočních větví, což má za následek 5 až 7 m vysoký kmen s podélnými větvemi, zatímco řez na hlavu produkuje větší množství větví na vrcholku 1,5 až 2,5 m dlouhého kmenu (Papanastasis et al., 2009). Těmito metodami též dochází k ochraně stromů proti přímého okusu (Vandermeulen et al., 2018). Obě tyto techniky se tradičně používaly v Řecku u druhů *Quercus* spp. a *Fagus* spp., nicméně postupem času byly opouštěny (Papanastasis et al., 2009).

Kopicování využívá pařezové výmladnosti některých druhů dřevin a spočívá v častém ořezávání nových výhonů do výšky 0,5 m nad zemí (Charlton et al., 2003). U některých dřevin může být použit také jako následný zásah po přímém okusu (Douglas et al., 2003).

Rostlinný materiál je obvykle sklízen mechanicky, jak praktikují například nizozemští farmáři v mléčné produkci s vrbami (*Salix* spp.), jasany (*F. excelior*) nebo lískami (*C. avellana*) (Bestman et al., 2014), nebo manuálně (Pitta et al., 2007).

Píce může být poskytována zvířatům čerstvá po sklizni, nebo konzervována pro pozdější využití (Vandermeulen et al., 2018).

4.6.3 Konzervace píce ze dřevin

Metody konzervace okusu jsou časově náročné, a tak se od jejich užívání často ustupuje (Liagre 2006).

Chemické složení a výživová hodnota krmiva z keřů a stromů závisí na druhu a kultivaru dřeviny, doby sklizně, životního prostředí a managementu (Dalzell et al., 2006), nicméně způsob zpracování píce (čerstvá, sušená, siláž nebo pelety) je též určující (Smith et al., 2014). U některých druhů se doporučuje zkrmovat píci čerstvou na místo sušené, protože sušení může snižovat stravitelnost sušiny (Maasdorp et al., 1999).

Krmivo může být sušeno přirozeně na slunci (Hove et al., 2001) nebo v sušárně (Palmer & Schlink 1992). Píce z jasanů (*Fraxinus* ssp) byla ve Francii tradičně používána pro přežvýkavce jako čerstvé krmivo během letního sucha nebo sušená na zimní období (Liagre 2006). S vysokou koncentrací vápníku, je tato píce zvláště doporučována pro sající telata a dojné krávy.

V současnosti jsou ke konzervaci takové píce používány běžné techniky jako je třeba silážování (Vandermeulen et al., 2018). V nedávné době byla v Nizozemí a Spojeném království zkoumána silážovatelnost vrb (*Salix* spp.), nicméně účinky této konzervace na chutnost a výživové hodnoty jsou stále neznámé (Smith et al., 2014). Vzhledem k obsahu třísloviny v píci ze dřevin, mohou tyto zabraňovat degradaci proteinů v silážích některých bobovitých, a tak poskytovat vysoce kvalitní siláž s prevencí proteolýzy (Albrecht & Muck 1991).

Bohužel, výběr dřevitých druhů k implementaci v rámci výrobního systému se občas spoléhá na místní tradiční znalosti nebo subjektivní přesvědčení, spíše než na správné vědecké zhodnocení (Thiébault 2005).

4.7 Výsadba dřevin

Při zakládání silvopastevních systémů na stávajících pastvinách je třeba dodržovat jisté standardy výsadby dřevin, jimiž se detailně zabývají například metodiky AOPK.

Sazenice dřevin lze rozdělit podle způsobu vyzvednutí na sazenice prostokořenné – rostliny po vyzvednutí z pěstební plochy nemají zeminu kolem kořenů, balové – jsou vyzvednuty s kořenovým balem, který je zajištěn pletivem a/nebo jutou a kontejnerované – zapěstované a přesazované do kontejnerů o různých velikostech.

Podle výšky kmenu odrůd dřevin v ovocnářství rozeznáváme keře s větvemi diferencovanými u země, zákrsky s korunou nasazenou v 60 – 90 cm nad zemí, čtvrtkmeny s korunou nasazenou ve 100 – 120 cm, polokmeny s nasazením ve 120 – 160 cm a vysokokmeny s korunou nasazenou ve 180 – 220 cm nad zemí. Pro výsadbu na stávajících pastvinách se jeví jako nejvhodnější tzv. poloodrostky a odrostky, tedy rostliny vypěstované minimálně dvojnásobným školkováním, podřezáváním kořenů nebo přesazováním do obalu, případně kombinací těchto operací, s nadzemní částí od 121 cm do 250 cm a s tvarovanou korunou. Takové sazenice jsou sice nákladnější svou pořizovací cenou, nicméně mají lepší ujímavost a obecně schopnost obstát v konkurenci s bylinným patrem. Na Pastvinách je nezbytné výsadbu zabezpečit proti okusu a mechanickému poškození drbáním či vytloukáním paroží jelenovitými.

4.7.1 Požadavky na vysazované stromy

Sazenice stromů musí být zdravé, bez známek poškození kmene a kosterních větví s vyzrálými výhony, bez chorob a škůdců a musí odpovídat charakteristickým znakům daného taxonu. Maximální průměr nezakalusovaných ran je 20 mm (Kolařík et al., 2021).

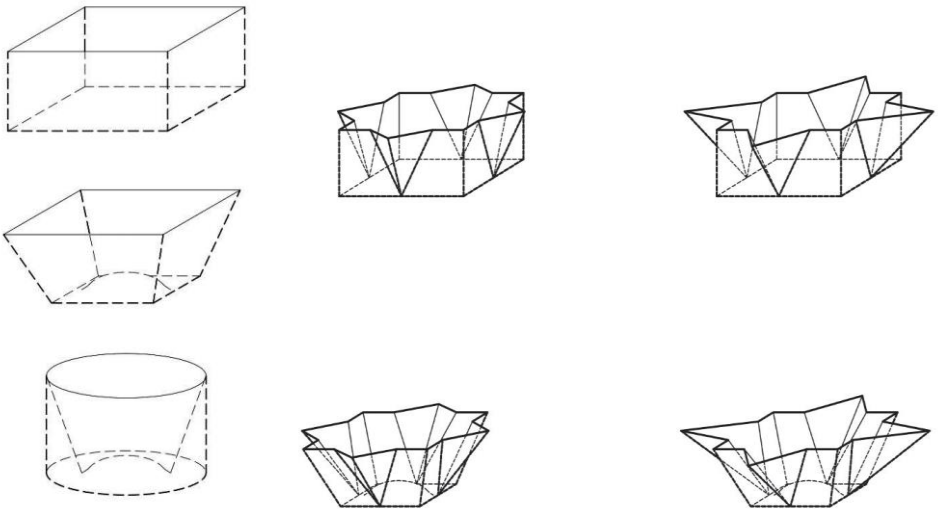
Zvýšená pozornost musí být věnována kořenům, kořenovému balu a kořenovému krčku. Minimálně 1 % náhodně vybraných sazenic stromů může být pečlivě prohlédnuto a překontrolováno (u stromů dodávaných v kontejneru či s balem, včetně možnosti rozebrání balu nebo kontejneru). Zjišťují se zejména rány po přerušení kořenů (vždy s ohledem na daný taxon a typ výpěstku, maximální průměr rány je 30 mm), dostatečný počet rovnoměrně rozložených hlavních i jemných vedlejších kořenů s přihlédnutím k vlastnostem jednotlivých taxonů, kořeny nesmí být přeschlé, nesmí být patrné symptomy houbové infekce, pozice kořenového krčku v balu (nesmí být umístěný pod úrovní půdy – „utopený“ ani výrazně nad balem) (Kolařík et al., 2021).

Zaschnutí kořenů, významná poškození kořenů, poškození kmene, chybějící, nebo poškozený terminál (pokud jej daný taxon tvoří), koruna neodpovídající danému taxonu a velikosti sazenice jsou důvodem k odmítnutí převzetí sazenic stromů (Kolařík et al., 2021).

Během transportu musejí být stromy chráněny před vyschnutím, přehřátím a mrazem a zároveň musejí být zajištěny takové podmínky, které stromy ochrání před tímto poškozením. Stromy je optimální vysázet bezprostředně po transportu (Kolařík et al., 2021).

4.7.2 Výsadbové jámy, substráty a postup výsadby

Na nepozměněných, nezhutněných stanovištích je velikost výsadbové jámy dána průměrem balu, kontejneru nebo šířkou kořenového systému prostokořenné sazenice. Šíře výsadbové jámy je minimálně 1,5 násobkem výše zmíněného rozměru, přičemž tvar výsadbové jámy na písčitých až středně těžkých půdách není důležitý, v jílovitých nebo zhutněných půdách je vhodnější hranatý nebo paprsčitý tvar (Obrázek 5) (Kolařík et al., 2021).

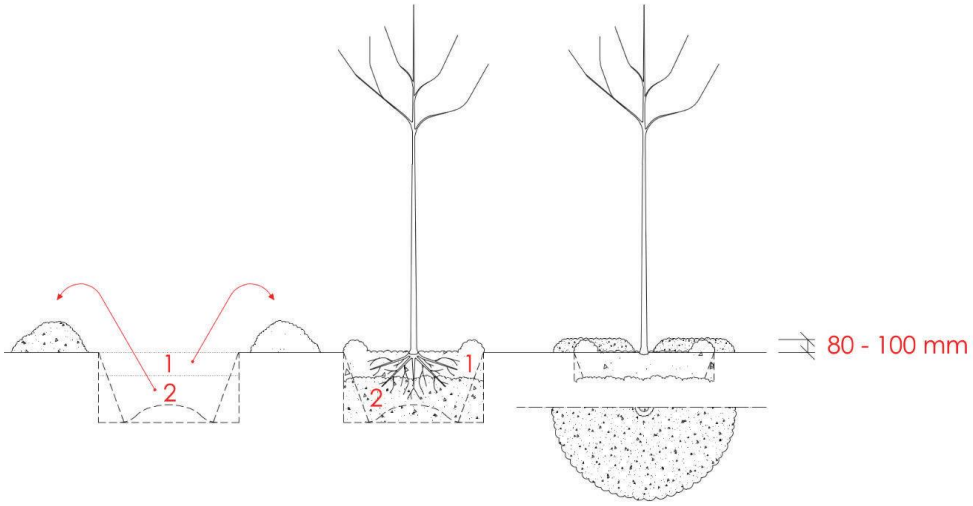


Obrázek 5 – Modelové typy tvarů jam – základní a paprsčité (Kolařík et al., 2021).

Stěny jámy musí být zdrsněné, nesmí působit jako neprostupná překážka pro kořeny a dno výsadbové jámy nesmí být hladké a zhutněné. Toto platí obzvláště při strojovém hloubení jam (Kolařík et al., 2021).

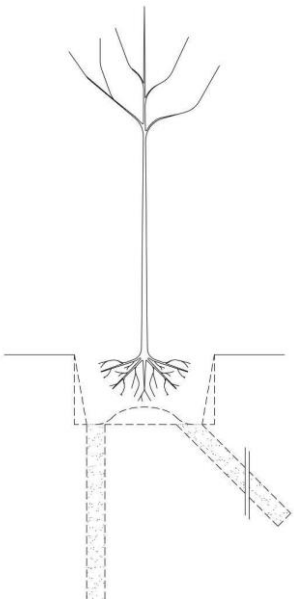
Hloubka výsadbové jámy by neměla přesáhnout velikost balu nebo kořenového systému sazenice a dno jámy musí být upraveno tak, aby nedošlo k následnému poklesu kořenového krčku vysazeného stromu (Kolařík et al., 2021).

Při kopání jámy by nemělo dojít k promísení vrstev půdy, svrchní vrstva by měla být oddělena od spodních vrstev (Obrázek 6) a do zeminy pocházející ze spodních vrstev by neměl být přimísen žádný organický materiál (ani případné zbytky drnu z vrchních vrstev), pokud bude dále používaná pro podsypání balu (Kolařík et al., 2021).

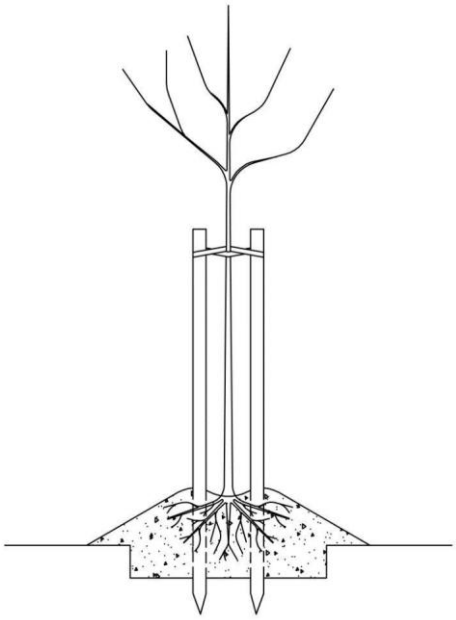


Obrázek 6 – Postup výsadby stromu (Kolařík et al., 2021).

Před výsadbou je nutné zkontrolovat odtokové poměry v jámě. V místech s vyšší hladinou podzemní vody nebo na nepropustných stanovištích je nutné přebytečnou vodu odvést drenážemi (Obrázek 7), případně provést výsadbu nad terén (Obrázek 8), kdy je nutné zeminu navézt v dostatečném časovém předstihu před vlastní výsadbou (Kolařík et al., 2021).



Obrázek 7 – Použití drenáže v případě nepropustného horizontu (Kolařík et al., 2021).

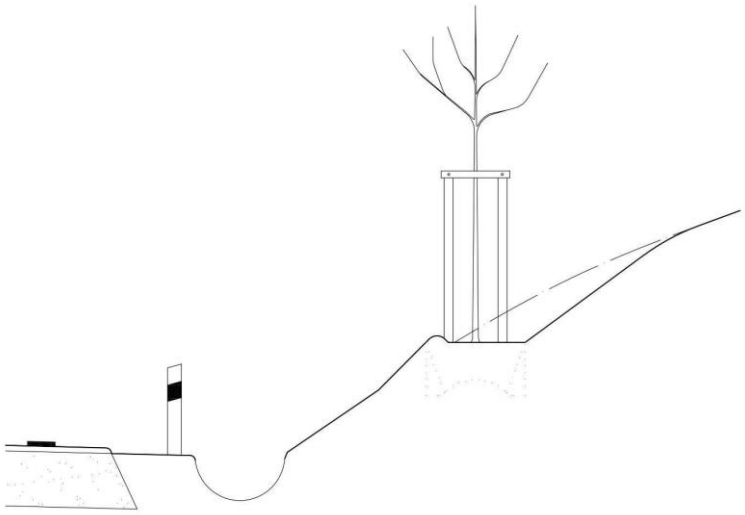


Obrázek 8 – Výsadba nad úroveň terénu v případě vyšší hladiny spodní vody (Kolařík et al., 2021).

Výsadba do rýh je možná při sázení živých plotů a stěn, případně při osazování svahů a podobně (Kolařík et al., 2021).

Kořenový krček stromu musí být usazen v rovině s terénem nebo lehce nad terén, nesmí být zasypán, přičemž výjimku tvoří *Populus* spp. – rod topol a *Salix* spp. – rod vrba, jejichž kořenový krček je možné umístit lehce pod rovinu terénu a podpořit tak tvorbu adventivních kořenů, je-li to žádoucí (Kolařík et al., 2021).

Kořenový krček stromu vysazovaného ve svahu musí být po výsadbě v úrovni spodní hrany odkopaného terénu (horní hrany níže položené stěny jámy) a takové stromy musejí být chráněny proti vodní erozi (Obrázek 9) (Kolařík et al., 2021).



Obrázek 9 – Výsadba ve svahu (Kolařík et al., 2021).

Kořeny nebo vrchní část kořenového balu musí být po výsadbě překryta vrstvou zeminy nejméně 20 mm a je třeba zkontrolovat skutečnou pozici kořenového krčku v balu či kontejneru, je-li strom utopen v balu, musí se odstranit zemina z horní části balu a kořenový krček musí být usazen řádně usazen (Kolařík et al., 2021).

Zálivka jako součást výsadby se provádí do otevřené jámy, aby byl minimalizován vznik vzduchových kapes a musí prosytit rovnoměrně půdu v celé výsadbové jámě (Kolařík et al., 2021).

Před zasypáním jámy je vhodné umístit do jejího dna kotvení (Kolařík et al., 2021).

Při zasypávání hlubších částí jámy se použije zemina ze spodní vrstvy (případně vylepšená minerálním substrátem) a na zasypání vrchních vrstev se použije vrchní zemina (případně vylepšená minerálním nebo i organickým substrátem) (Obrázek 6) (Kolařík et al., 2021).

Standartně jsou vytvářeny mísy pro zlepšení možnosti zalévání stromu (Obrázek 6) (Kolařík et al., 2021). Výjimkou jsou výsadby v místech, kde závlahovou mísu nelze vytvořit (zpevněné plochy apod) a v takových případech je vhodné zvážit využití mobilních zavlažovacích prvků s postupnou distribucí vody (např. zavlažovací vaky, závlahové rezervoáry apod.) (Kolařík et al., 2021).

Jakékoliv zásahy, které by mohly poškodit kořenový systém, jsou po výsadbě nevhodné. Jedná se zejména o hloubkové kypření výsadbové plochy rytím nebo strojním zpracováním půdy, nešetrné vysazování jiných rostlin v místě výsadby stromu,

instalace kůlů nebo kotevních systémů do bezprostředního okolí kořenového systému stromu po výsadbě, instalace opatření k ochraně místa výsadby jako jsou ochranné bariéry, rošty, kmenové koše a podobně (Kolařík et al., 2021).

Tyto práce musí být provedeny před výsadbou nebo jako součást výsadby (Kolařík et al., 2021).

Ve vhodných půdních podmínkách není ve výsadbové jámě třeba vyměňovat ani vylepšovat zeminu, ve zhoršených podmínkách je vhodné zeminu vylepšit doplněním jednotlivých komponent a vytvořit substrát na místě promísením se stávající zeminou, která však nesmí být kontaminovaná (Kolařík et al., 2021).

Fyzikální vlastnosti těžších půd, stanovišť více zatěžovaných (riziko zhutnění půdy) nebo urbanizovaných stanovišť (zpevněné povrchy – zhoršený příjem vody a vzduchu) jsou vylepšovány materiály zlepšujícími propustnost půdy (například písek, drcené kamenivo, minerální substráty), v písčitých půdách můžeme naopak přidávat jíly nebo bentonit pro zlepšení schopnosti substrátu vázat vodu (Kolařík et al., 2021).

Pokud se nejedná o výrazně kontaminované půdy, zeminu na stanovišti pouze vylepšujeme, aby nedošlo k zásadní změně struktury a fyzikálních vlastností od okolní půdy a na běžných stanovištích se obvykle provádí vylepšení půdy maximálně do 50 % objemu výsadbové jámy (Kolařík et al., 2021).

Minerální substráty na bázi písku, štěrku, případně jiných nestlačitelných materiálů (liapor, keramzit, pemza, cihlový recyklát a podobně) se mísí s nejlépe stávající zeminou a tyto materiály nesmí zásadně měnit pH stanoviště a lze je používat ve spodních i vrchních vrstvách výsadbové jámy (Kolařík et al., 2021).

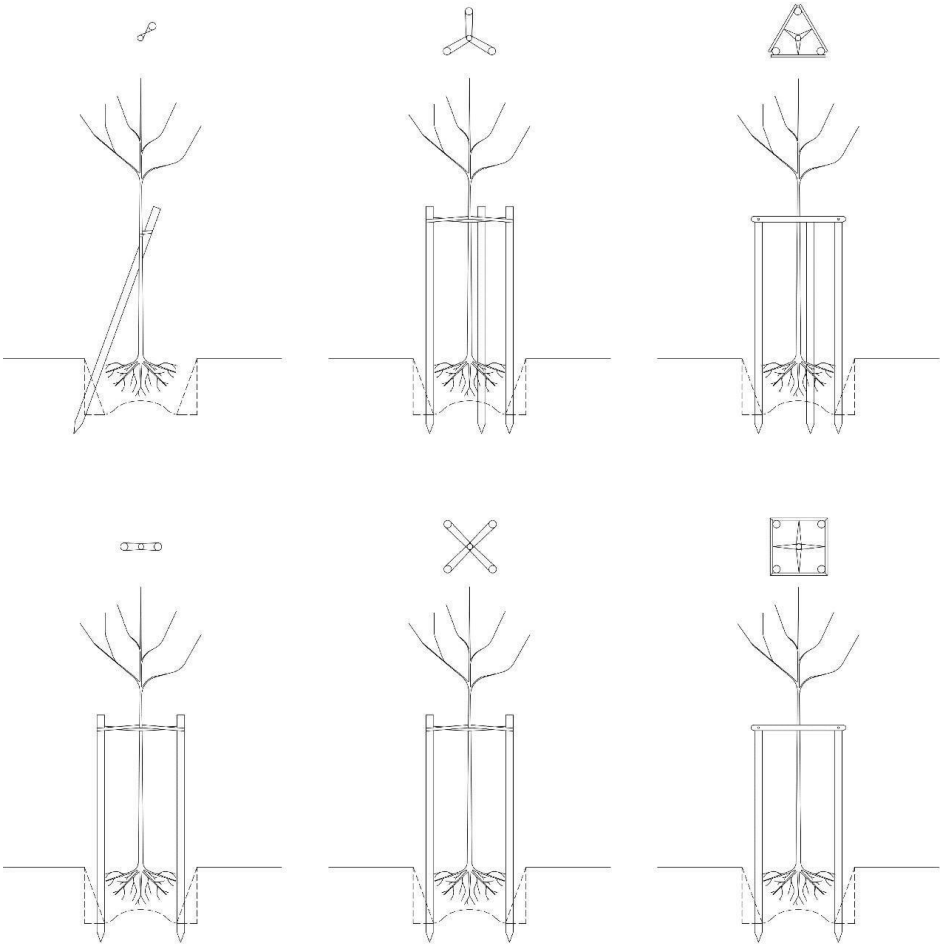
Organické substráty s převahou organických složek (zejména kompost, kompostovaná kůra, rašelina) lze použít jen k vylepšení půdy ve vrchní vrstvě 0,2–0,4 m, přičemž kompost přidávaný do substrátů musí být dobře rozložený (Kolařík et al., 2021).

Do půdy (substrátu) mohou být přidávány další pomocné složky, například hydroabsorbenty, kořenové stimulátory nebo hnojiva, ale musejí být rovnoměrně promíchané ve výsadbovém substrátu (Kolařík et al., 2021).

Mykorhizní přípravky aplikujeme výhradně do výsadbové jámy, kdy jejich použití má smysl především na degradovaných stanovištích, kde je menší pravděpodobnost jejich přirozeného výskytu (Kolařík et al., 2021).

4.7.3 Kotvení

Špičáky a pyramidy od výšky 1,5 m a stromy se zapěstovanou korunou je nutné při výsadbě pevně ukotvit pro zamezení trhání kořenů při pohybech nadzemní části (Kolařík et al., 2021). Typ kotvení, velikost a pevnost kůlů jsou voleny s ohledem na velikost rostliny, předpokládanou dobu účinnosti, charakter a způsob využívání ploch (například požadavky na bezpečnost provozu), stanoviště a estetiku (Kolařík et al., 2021). Obvykle se kotví na 1–3 kůly (Obrázek 10) a obvykle se ponechává dvě vegetační sezóny, výjimkou jsou výsadby velkých stromů nebo výsadby na větrná či jinak exponovaná stanoviště, avšak kotvení nesmí poškozovat strom (Kolařík et al., 2021).



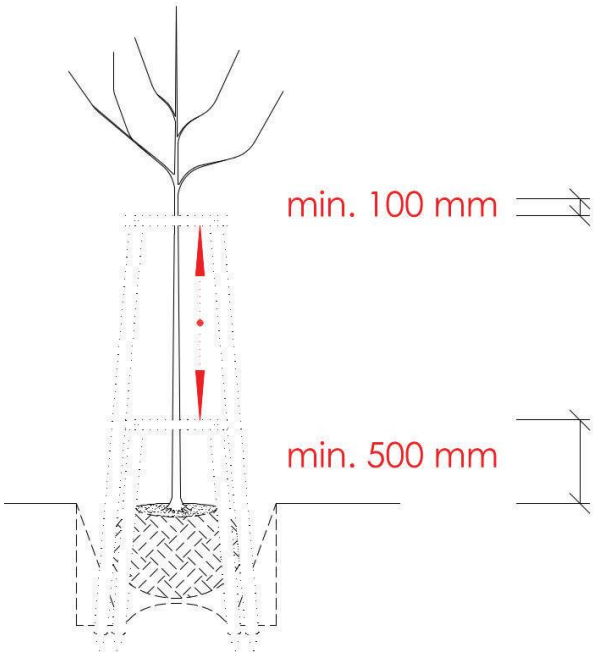
Obrázek 10 – Typy nadzemního kotvení (Kolařík et al., 2021).

Použité kůly musí být oloupané, musí mít životnost minimálně 2 roky a v případě požadavku na delší trvanlivost je vhodné použít hloubkovou impregnaci (Kolařík et al., 2021). Kůly instalujeme během výsadby do otevřené výsadbové jámy,

aby nedošlo k poškození kořenů a je nutné je ukotvit pode dnem výsadbové jámy (Kolařík et al., 2021). Výška kotvení je od 500 mm od země do nejvýše 100 mm pod nasazením koruny kmenných tvarů sazenic (Obrázek 11) (Kolařík et al., 2021).

Úvazek musí být na kůlu zajištěn proti sklouznutí a nesmí poškozovat kůru, ani bránit tloustnutí kmene (Kolařík et al., 2021).

Nadzemní kotvení je nutné kontrolovat minimálně 1x za vegetační sezónu po dobu alespoň dvou let. Při kontrole dochází k jeho opravě, případně úpravě tak, aby nedocházelo k poškozování kmene a byla zajištěna optimální funkce (Kolařík et al., 2021).



Obrázek 11 – Výsadba stromu a rozměry kotvení (Kolařík et al., 2021).

4.7.4 Mulčování

Vysazené stromy je vhodné zamulčovat vrstvou 80–100 mm mulčovacího materiálu, který by neměl být v přímém kontaktu s kmenem a nesmí poškozovat strom ani bránit svými vlastnostmi pronikání vody a vzduchu do půdy (Kolařík et al., 2021).

Jako mulč lze použít organické materiály, například kůru, dřevní štěpku, případně slámu. Tráva a jiné rostlinné zbytky nejsou vhodné, protože zde dochází ke kvašení (Kolařík et al., 2021). Nejvhodnějším anorganickým materiálem je drcené

kamenivo (frakce 4–8 mm, až 32–64 mm), lze použít i keramzit, liapor a podobné materiály. Jednotlivé formy mulčování je možné kombinovat (Kolařík et al., 2021).

Mulč se aplikuje tak, aby si plocha kořenové mísy zachovávala mírný spád ve směru ke kmeni (Kolařík et al., 2021).

Přírodní produkty (zejména organického původu) použité k mulčování jsou postupně rozkládány a je potřeba je doplňovat po dobu dokončovací péče (Kolařík et al., 2021). Doplňování mulče až na původní úroveň se provádí 1x ročně, optimálně na začátku vegetačního období (Kolařík et al., 2021).

4.7.5 Ochrana stromu

Při výsadbě kmenných tvarů stromů je vhodné instalovat odpovídající ochranu kmene (Kolařík et al., 2021).

Na ochranu proti korní spále se používají bílé nátěry kmene přípravky k tomu určenými, lze využít i nátěry vápenným mlékem, rákosové, bambusové nebo slaměné rohože, nicméně použití jutových bandáží se nedoporučuje (Kolařík et al., 2021).

V místech, kde hrozí poškození vysazených dřevin ohryzem, okusem či vytloukáním, je třeba provést vhodnou ochranu sazenice (Kolařík et al., 2021). Vedle mechanických ochran (chráničky, oplocenky, pevný obvodový plášť z dřevěných desek) je možné použít i nátěry či postřiky repelenty, ty je však nutno aplikovat v souladu s hygienickými předpisy a principy zajištění bezpečnosti provozu na daném stanovišti a musejí být uvedené v Seznamu registrovaných prostředků na ochranu rostlin (vyhláška č. 32/2012 Sb.) (Kolařík et al., 2021).

Ani ochrana kmene nesmí poškozovat dřevinu a musí být instalována s dostatečnou rezervou, aby bylo umožněné tloustnutí kmene a ochranné prvky kmene je nutné kontrolovat minimálně 1x ročně, kdy musí být opravovány a povolovány, stejně tak je potřeba obnovovat nátěry a postřiky proti okusu (Kolařík et al., 2021).

Ochranu proti okusu, ohryzu a vytloukání je nutné udržovat déle (do doby, než si strom vytvoří hrubší borku), zejména u citlivých taxonů jako jsou například jabloně (Kolařík et al., 2021).

4.7.6 Řez

Povýsadbový řez se provádí během výsadby nebo bezprostředně po ní, kde podle taxonu, typu a kvality sazenice se jedná o řez výchovný nebo jeho kombinaci s řezem komparativním (Kolařík et al., 2015). Potřeba a intenzita povýsadbového řezu se odvíjí od vysazovaného taxonu, druhu a kvality školkařského výpěstku, míry přerušení kořenů a termínu výsadby a může se výrazně lišit, vždy je tedy nutné ke konkrétnímu jedinci přistupovat individuálně (Kolařík et al., 2015).

Hlavními důvody jsou především výchova k odpovídajícímu tvaru a struktuře koruny v souladu s pěstebním cílem a snaha o zmírnění negativních dopadů přerušení kořenů spojených s přesazováním a výsadbou (Kolařík et al., 2015).

Od doby výsadby do založení struktury trvalé stabilní koruny (např. dosažení požadované výšky nasazení koruny) se pracuje s korunou dočasnou (Kolařík et al., 2015).

4.7.6.1 Výchovný řez

Cílem je podpoření charakteristické architektury a tvaru koruny, který je typický pro daný druh či kultivar a dává předpoklad vytvoření zdravé, vitální, funkční a stabilní koruny v období dospělosti stromu (Kolařík et al., 2015).

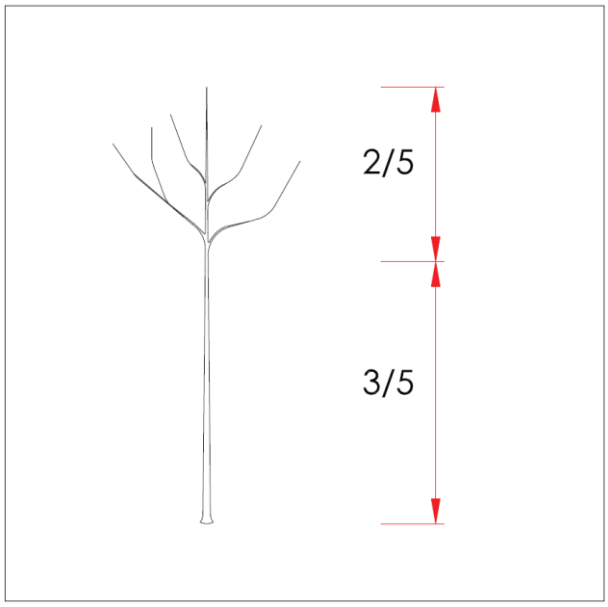
Podporu role terminálního výhonu provádíme odstraňováním, eventuálně zakracováním bočních konkurenčních výhonů, u druhů, které vytvářejí průběžný terminál, se tento ponechává a k jeho zakrácení, případně odstranění, dochází pouze výjimečně v opodstatněných případech (například při poškození terminálu) (Kolařík et al., 2015).

Odstraňované jsou strukturálně nevhodné větve či výhony (například s tlakovým větvením nebo vyrůstající v přeslenech), větve mechanicky poškozené a rostoucí směrem k překážce (Kolařík et al., 2015). Při zakracování postranních větví či výhonů vedeme řez na pupen nebo na postranní větev či výhon (Kolařík et al., 2015). Nasazení koruny postupně zvyšujeme, až dosáhne potřebného průjezdního či průchozího profilu u stromů, kde je to vzhledem k jejich umístění nutné případně žádoucí, naopak u stromů rostoucích ve volné krajině, na okrajích průhledů a v místech, kde to jejich stanovištní podmínky umožňují, spodní větve zbytečně neodstraňujeme (Kolařík et al., 2015). Při zvyšování nasazení koruny pro dosažení průjezdného či průchozího profilu je třeba

udržovat poměr mezi délkou kmene a korunky maximálně 3:2 (Obrázek 12) (Kolařík et al., 2015).

Dochází i k zapěstování korunky pro následný tvarovací řez (Kolařík et al., 2015).

V rámci jednoho zákroku se u listnatých stromů obvykle odstraňuje v období vegetace maximálně 30 %, v bezlistém stavu maximálně 50 % objemu asimilačního aparátu a interval jednotlivých zásahů je zde 2 – 3 roky, v opodstatněných případech až 5 let (Kolařík et al., 2015).



Obrázek 12 – Poměr kmen:koruna při zvyšování nasazení korunky na úroven průjezdního nebo průchozího profilu (Kolařík et al., 2015).

4.7.6.2 Komparativní (srovnávací) řez

V případě potřeby probíhá jako součást výsadby stromu a jeho rozsah se volí podle taxonu, typu a stavu sazenice, období výsadby, podmínek stanoviště a možností následné péče (Kolařík et al., 2015).

Cílem je vytvořit podmínky pro dosažení funkční rovnováhy kořenového systému a asimilačního aparátu v koruně stromu (Kolařík et al., 2015).

Odstraňujeme přednostně větve a výhony poškozené a pokračujeme odstraněním větví z pohledu výchovného řezu, je-li třeba odstranění více větví pokračujeme prosvětlením korunky a přednostně odstraňujeme celé výhony, zakracujeme je jen v odůvodněných případech (Kolařík et al., 2015).

4.7.7 Zálivka

Závlahová mísa je udržovaná minimálně po dobu dvou let a dále pak po celou dobu, kdy je vykonávaná zálivka, která se provádí po dobu odeznívání povýsadbového šoku, jenž lze orientačně stanovit jako 1 rok na každých 80 mm obvodu kmene (zaokrouhleno nahoru) (Kolařík et al., 2021). Toto pravidlo neplatí na extrémních stanovištích, kde je podle konkrétních podmínek nutné zajistit závlahu až do řádného zakořenění, v některých případech (například stanoviště bez propojení kořenového prostoru na rostlý terén) i po celou dobu existence stromu na stanovišti (Kolařík et al., 2021).

Je nutné kontrolovat vlhkost zeminy před aplikací zálivky, nesmí dojít k přemokření půdy v okolí výsadbové jámy a stejně tak je nutné přizpůsobit zálivku klimatickým podmínkám, stanovišti (například vlivu expozice stanoviště vůči větru či slunečnímu záření), aktuálnímu průběhu počasí, velikosti vysazeného stromu, půdní vlhkosti, termínu provádění (některé druhy vyžadují vydatnou zálivku před zimou) a požadavkům daného taxonu (Kolařík et al., 2021). Vhodný je většinou cyklus 8–10 zálivek během prvního vegetačního období po výsadbě, ve druhém roce snižuje na 3–6 (Kolařík et al., 2021).

Zálivka u stromů musí proniknout do hloubky kořenového prostoru (v závislosti na velikosti stromu) v celém prostoru výsadbové jámy, čemuž musí odpovídat množství vody v každé zálivce (Kolařík et al., 2021).

Zálivka nesmí probíhat vodou pod tlakem, aby nedocházelo k vymývání půdy a zhoršování jejích fyzikálních vlastností, ve ztížených ekologických podmínkách, které v plné míře neumožnují aplikovat zálivku běžným způsobem, lze využít pomocné technologie stromů – mobilní zavlažovací prvky s postupným uvolňováním zálivky, např. zavlažovací vaky, rezervoáry aj. (Kolařík et al., 2021).

4.7.8 Hnojení

Provádí se jen v nezbytném rozsahu v závislosti na obsahu živin v půdě, který se zjišťuje rozborem a zhodnocením projevů vitality rostliny (délka přírůstu, velikost a barva listů, vyzrálost letorostů a podobně) (Kolařík et al., 2021). Upřednostňuje se

používání pomalu rozpustných hnojiv, v případě nutnosti rychlého účinku hnojiva lze použít i hnojivou zálivku či hnojení na list (Kolařík et al., 2021).

Hnojení se využívá zejména, pokud jsou stromy vystaveny stresu (například poškozením, chorobami či škůdci, nepříznivými klimatickými vlivy a podobně), pro podporu jejich regenerační schopnosti a vždy je třeba dbát na správný způsob aplikace a správné dávkování dané typem použitého hnojiva a po 15. srpnu je nevhodné používat hnojiva s obsahem dusíku větším než 5 % (Kolařík et al., 2021).

4.7.9 Výsadba prostokořenných sazenic

Prostokořenné stromy se vysazují tehdy, když je sazenice ve vegetačním klidu (Kolařík et al., 2021). Nesmí se vysazovat za mrazu a do zamrzlé půdy. Při jejich výsadbě musí být odstraněny nebo zakráceny všechny poškozené nebo zaschlé kořeny, odstraňují se kořeny škrtící a zakracují se dlouhé kořeny, u nichž by došlo při umístění do výsadbové jámy k jejich deformaci, přičemž zatření ran po zakrácení kořenů není nutné (Kolařík et al., 2021).

Pokud kořeny prostokořenných sazenic jeví známky zaschnutí, musí být před výsadbou minimálně na hodinu namočeny do vody a však délka máčení je maximálně 24 hodin (Kolařík et al., 2021). Kořeny prostokořenných stromů s obvodem kmínku nad 140 mm by měly být ošetřeny antidesikantem (gelovým prostředkem sloužícím jako ochrana proti vysýchání) (Kolařík et al., 2021).

Kořeny těchto sazenic musí být při výsadbě ručně rovnoměrně rozprostřeny a musí se postupovat tak, aby mezi kořeny nevznikaly vzduchové kapsy nevyplněné substrátem (Kolařík et al., 2021).

4.7.10 Výsadba kontejnerovaných sazenic

Stromy dodávané v kontejneru či airpotu lze sázet v průběhu celého roku, pokud není zamrzlá půda, nicméně jsou-li rostliny v plném růstu, není vhodné je vysazovat za vysokých teplot (Kolařík et al., 2021).

Pokud se hlavní kořeny kontejnerovaných sazenic stáčí podél stěny kontejneru, jedná se o materiál nestandardní a takto poškozené sazenice by neměly být vysazovány (Kolařík et al., 2021).

U kontejnerovaných stromů je nutné přerušit vedlejší kořeny stáčející se po obvodu kontejneru minimálně na dvou místech po stranách i na spodní straně, případně se odstraňují kořeny prorůstající z kontejneru, ale stáčení hlavních kořenů není přípustné a všechny škrtící kořeny musí být odstraněny. Strom, u kterého by odstranění škrtících kořenů vedlo k velkému poranění nesmí být vysazován (Kolařík et al., 2021).

4.7.11 Výsadba balových sazenic

Stromy s balem lze vysazovat i v období vegetace, pokud byly odpovídajícím způsobem připraveny (Kolařík et al., 2021).

Při výsadbě těchto stromů musí být pletivo chránící bal ze žíhaného, povrchově neupraveného pletiva a plachetka chránící zemní bal musí být z přírodního, lehce rozložitelného materiálu (Kolařík et al., 2021). Stromy s baly obalenými materiálem neodpovídajícím této specifikaci jsou nestandardním materiálem a je zde důvod pro odmítnutí jejich převzetí (Kolařík et al., 2021).

Veškerá manipulace se stromy s balem se provádí optimálně za kořenový bal, v případě uchycení za kmen (těsně nad kořenovým balem) musí být kmen ochráněn proti mechanickému poškození (Kolařík et al., 2021). Při manipulaci nesmí dojít k poškození balu, pletiv kmene, vylámání pupenů ani ke zlomům kosterních větví a zásadní důležitost má zachování terminálního výhonu (Kolařík et al., 2021).

Drátěné pletivo balu musí být při výsadbě v horní části uvolněné, vrchní stahovací drát musí být přestřižený (Kolařík et al., 2021).

4.8 Legislativa

4.8.1 Agrolesnictví a EU

Do roku 2006 byly přímé platby zemědělcům odebírány, pokud na zemědělských pozemcích měli stromy, nicméně od té doby je přístup postupně upravován (Dupraz et al., 2018) a zemědělská politika Evropské unie začíná více podporovat multifunkčnější systémy zemědělství, jako je také agrolesnictví. (Sereke et al., 2016)

Dle nařízení Evropské unie č. 1305/2013 může být stejný pozemek využíván jak k pěstování stromů, tak k zemědělské činnosti, při splnění některých dalších kritérií (Jurčíková 2019).

Nařízení EU č. 1307/2013 též říká, že na pozemek trvalého travního porostu lze zařadit i křoviny a dřeviny, které se zde mohou vyskytovat rozptýleně, nebo jako skupiny, nicméně jejich počet nesmí převažovat nad travami a pícninami, kterých zde musí být minimálně 50 % (Nařízení EU č. 1307/2013).

Jednou ze zemědělských kultur jsou dle Nařízení EU 1307/2013 také trvalé kultury kam patří vinice, chmelnice, ovocný sad, školka, plantáže rychle rostoucích dřevin a jiná trvalá kultura. Jinou trvalou kulturou je zemědělská půda, která má jinou kulturu než výše zmíněné a lze sem zařadit pozemky se stromy, které nespadají do ostatních kultur (Jurčíková 2019).

Nařízení EU č. 1307/2013 též řadí agrolesnické systémy k plochám v ekologickém zájmu (EFA), nicméně členské státy EU nemají povinnost implementovat všechny tyto plochy do svých legislativ (Jurčíková 2019).

4.8.2 Silvopastevní systémy z pohledu legislativy ČR

V současné české katastrální klasifikaci půdy se stromový porost se zemědělstvím zásadně nespojuje, pozemek patří buď do zemědělské, nebo lesní půdy a dle tohoto zařazení je obhospodařován (Krčmářová 2019).

Zákon o katastru nemovitostí rozlišuje několik druhů zemědělských pozemků: orná půda, chmelnice, vinice, zahrady, ovocné sady a trvalé travní porosty (TTP), dále pak plantáž rychle rostoucích dřevin (RRD) nebo školky dřevin pod podmínkou změny zemědělské kultury. Kategorie pro agrolesnické pozemky obecně se zde nevyskytuje a druhy pozemků nemají souvislost s dotacemi (Jurčíková 2019).

Zemědělské kultury pak určuje Nařízení vlády č. 307/2014 Sb. jako ornou půdu, trvale travní porost, trvalou kulturu (např. RRD) a ostatní kultury. TTP je zemědělská kultura, kdy je půda využívaná k pěstování trav nebo jiných bylinných pícnin, dřeviny zde zahrnuty nejsou. Stejně tak samostatná kategorie pro agrolesnické kultury se mezi zemědělskými kulturami nevyskytuje (Jurčíková 2019).

Od druhu zemědělské kultury se dle tohoto nařízení odvíjí nárok na dotace (Jurčíková 2019).

4.8.3 Stromy na zemědělské půdě

Dřeviny rostoucí mimo les definuje Zákon o ochraně přírody a krajiny č.114/1992 Sb. (ZOPK): „Strom či keř rostoucí jednotlivě i ve skupinách ve volné krajině i v sídelních útvarech na pozemcích mimo lesní půdní fond“.

4.8.3.1 Výsadba

Vysazování dřevin na zemědělské půdě může mít za následek změnu druhu pozemku v katastru nemovitostí. V takovém případě je nutné získat povolení stavebního úřadu (Stavební zákon) a následně tuto změnu nahlásit katastrálnímu úřadu (Katastrální vyhláška), (Jurčíková 2019).

Při vysazování nepůvodních druhů stromů je dle ZOPK třeba podat žádost o povolení příslušný orgán ochrany přírody (OOP). Výsadba stromů může také vést ke změně krajinného rázu, a pak je nutno opět požádat o souhlas OOP (ZOPK).

Dále je třeba zohlednit Nový občanský zákoník (NOZ), kdy stromy přesahující vzrůstem výšku 3 m musejí být sázeny 3 m od hranice pozemku, nižší stromy pak 1,5 m od hranice pozemku. Nicméně pokud je sousední pozemek sad nebo stromy tvoří tzv. rozhradu, je zde možná výjimka (Jurčíková 2019).

4.8.3.2 Kácení

Podmínky kácení dřevin rostoucích mimo les stanovuje ZOPK

Při kácení dřevin z pěstebních a zdravotních důvodů nebo probírky stačí tento záměr OOP jen oznámit (Vyhláška o povolení kácení).

Dřeviny se nesmějí kácet ani poškozovat bez povolení ani v případě, že jsou součástí ekologicky významného prvku, který je součástí EFA plochy. (NV 48/2017 Sb.)

4.8.4 Pastva mezi stromy

Lesní pastva hospodářských zvířat je dle lesního zákona zakázána, zvířata se tudy nesmí ani prohánět (lesní zákon).

Lesy nelze oplocovat z důvodu zanechání práva k užívání lesů veřejnosti, výjimku lze udělit pouze v případě oplocení lesních školek, ochraně lesního porostu před zvěří, oplocení obor a oplocení farmových chovů zvěře (Jurčíková 2019). Výjimku

u farmových chovů tvoří ale pouze chovy zvěře dle zákona o myslivosti nikoli chov dobytka (Jurčíková 2019).

4.8.5 Kultury podobné agrolesnictví

4.8.5.1 RRD

Jedná se o trvalou kulturu dřevin, kdy jejich rozmístění musí být rovnoměrné a souvislé, mezera mezi jednotlivými stromořadími je maximální 8 metrů a na 1 ha musí být minimálně 1000 životaschopných jedinců RRD (NV 307/2014 Sb.).

Tuto kulturu lze zakládat na orné půdě, TTP, lesním pozemku a ostatních plochách (přílohy katastrální vyhlášky).

Zemědělskou půdu lze takto využívat po dobu deseti let, v případě výmladkové plantáže pak třicet let a po uplynutí této doby je nutno půdu rekultivovat a do jednoho roku také odstranit pařezy zbylých dřevin (NV 307/2014 Sb.). Plantáž RRD nelze zakládat na zemědělské půdě I. a II. třídy ochrany (Zákon o ochraně zemědělského půdního fondu).

Plantáže RRD se zakládají za účelem rychlého získání biomasy a je zde typická pastva drůbeže mezi dřevinami (Jurčíková 2019). Seznam dřevin, které se mohou takovým způsobem pěstovat a jejich maximální doba obmýtí je pevně stanovena v podmínkách využívání EFA, nejčastěji se jedná o topoly nebo vrby. (SZIF 2019)

4.8.5.2 Sady v ekologickém zemědělství

Pro získání dotací musí mít sady minimální výměru 0,5 ha a u intenzivních sadů v ekologickém zemědělství je v podmínkách poskytování dotací pastva zakázána. (Samsonová 2015). Dalším typem jsou ostatní sady v ekologickém zemědělství, kde je pastva v meziřadí povolena, ale zvířata mohou zkrmit pouze 20 % výnosů (Vejvodová 2016).

U krajinotvorných sadů, které se řadí do jiné trvalé kultury a tvoří ekologicky významný prvek (EVP), je pastva povolena, ale stromy musí být zabezpečeny proti okusu (Vejvodová 2016). Pokryv půdy musí tvořit byliny nikoli jiné zemědělské plodiny a musí být posečen nebo spasen, vynechává se 5 až 15 % z dílu půdního bloku, z důvodu podpory biodiverzity (Vejvodová 2016).

4.8.6 Dotační možnosti

Dotační podpory mohou být pobídkou zemědělcům pro zakládání agrolesnických systémů (Broom & Galindo et al., 2013).

Skutečný vývoj grantového systému může agrolesnictví učinit více konkurence schopným. (Sereke et al., 2016)

V nařízení EU č. 1307/2013 a nařízení EU č. 1305/2013 (EURAF, 2018) je agrolesnictví uvedeno jako oblast ekologického zaměření a zemědělci mohou dostávat pro tyto pozemky platby na EFA plochy v pilíři I. (EURAF, 2018; Nařízení EU č. 1307/2013). Zakládání agrolesnických pozemků lze podpořit prostřednictvím národních nebo regionálních programů rozvoje venkova v pilíři II. a lze získat dotaci až na 80 % způsobilých nákladů na vysazení stromů a platby k uhrazení nákladů na údržbu těchto systémů po dobu pěti let (Nařízení EU č. 1305/2013).

Česká republika tato opatření nepřijala, a tak zde přímá dotační podpora pro agrolesnictví chybí (Jurčíková 2019).

4.8.6.1 Přímé platby

Přímé platby tvoří I. pilíř dotací společné zemědělské politiky EU, jejichž součástí jsou dotace na plochu SAPS (jednotná platba na plochu) (Jurčíková 2019). Nárok na tuto dotaci mají zemědělci hospodařící alespoň na 1 ha zemědělské půdy s určitými zemědělskými kulturami, zemědělská půda musí být evidovaná v LPIS (Veřejný registr půdy) a dotační možnosti jednotlivých kultur výsadbu stromů omezují na určitá specifika (Jurčíková 2019).

Nařízení komise 640/2014 uznává rozptýlené stromy pro dotaci za předpokladu, že nebudou překážkou pro zemědělskou činnost a jejich počet nepřesáhne 100 stromů na 1 ha.

4.8.6.2 Greening, EFA a EVP

„Pokud žadatel požádá o jednotnou platbu na plochu (SAPS) je povinen dodržovat na všech svých způsobilých hektarech zemědělské postupy příznivé pro klima a životní prostředí, za což následně obdrží „příplatek“ k platbě SAPS.“ (SZIF 2019) Takovými postupy je diverzifikace plodin, zachování stávajících trvalých travních porostů a vyhrazení EFA ploch (SZIF 2019).

EFA – Žadatel o dotace musí vyčlenit z výměry pozemku alespoň 5 % jako EFA plochy, pokud má v součtu více než 15 ha orné půdy (Jurčíková 2019).

EFA plochou může být porost využívaný v ekologickém zájmu, ochranné pásy, krajinné prvky v ekologickém zájmu, plochy s plodinami, které vážou dusík, plochy s meziplodinami, plochy s rychle rostoucími dřevinami, zalesněné plochy nebo půdu ponechanou ladem (Jurčíková 2019).

Dle Nařízení vlády 307/2014 Sb. se jako EFA plochy vyhrazují také ekologicky významné prvky (EVP) nebo jejich části (SZIF 2019).

EVP jsou historicky vzniklé přírodní nebo uměle vytvořené útvary, které mají alespoň částečně společnou hranici se zemědělskou půdou vedenou v LPIS (SZIF 2019). V rámci evidence EVP je základní jednotkou „prvek, který představuje souvislou plochu, popřípadě jiný útvar, i zemědělsky neobhospodařované půdy, která plní mimoprodukční funkci zemědělství a která se nachází uvnitř půdního bloku, popřípadě dílu půdního bloku, nebo s ním nejméně na části hranice sousedí.“ (Zákon o zemědělství) Je povinností takové krajinné prvky nerušit a nepoškozovat na což dohlíží Státní zemědělský a intervenční fond (Jurčíková 2019).

EVP tedy nelze vnímat jako agrolesnickou praxi, protože v ní dřeviny naopak mají právě tuto produkční funkci.

5. Závěry

Silvopastevní systémy se se svou komplexní a heterogenní povahou vymykají současně zavedeným zemědělským praktikám a ze stejného důvodu se jejich implementace může jevit jako náročná z pohledu vhodného managementu všech jejich složek nebo pastvy samotné. Nicméně velké množství benefitů, které jsou jejich součástí, tuto náročnost více než vyvažuje. Z dostupné literatury je zřejmé, že jsou vhodnější do určitých geografických lokalit jako jsou například vysočiny nebo oblasti přilehlé ke chráněným územím, nelze však tvrdit, že jejich potenciál leží jen v zemědělsky marginálních oblastech.

Charakter těchto praktik také odkazuje k využívání krajových plemen hospodářských zvířat, která jsou lépe přizpůsobena životu v daných podmínkách, ale skrze diverzifikaci dostupného krmiva mohou být přínosem i v intenzívnějších chovech ať už masných nebo mléčných plemen. Okusovači, jako například kozy, jsou obecně

lépe uzpůsobeni pro zkrmování píce ze dřevin díky jejich odlišné bachorové mikroflóře, nicméně některé druhy dřevin, jako například *Morus alba* nebo *Fraxinus excelsior*, jsou díky svému složení, stravitelnosti a chutnosti vhodným zdrojem píce i pro spásače nebo monogastry. Plody některých dřevin pak mohou dobře posloužit i některým monogastrům, zejména prasatům. Výživové i antinutriční hodnoty píce ze dřevin se také liší v závislosti na druhu dřeviny, roční době... Pro zpřehlednění vhodnosti druhů dřevin jako zdroje píce pro hospodářská zvířata byla na základě prostudované literatury vypracována tabulka některých výživových hodnot (viz Tabulka 1) Nicméně pro přesnější stanovení těchto hodnot v podmínkách ČR by bylo zapotřebí dalšího výzkumu.

Tabulka 1 – Výživové hodnoty dřevin jako zdroje píce pro hospodářská zvířata.

Název česky	Název latinsky	IVSSH (% SH)	HP (g/kg SH)	NDF (g/kg SH)	ADF (g/kg SH)	ADL (g/kg SH)	Popeloviny (g/kg SH)	KT (g/kg SH)	HT (g/kg SH)	Reference
Olše lepkavá	*Alnus glutinosa*	77	191	296			56			Emile 2016
Líska obecná	*Corylus avellana*	53	161	485	307	122	60	33,9	28,2	Emile 2016; Shaopu 2018
Jasan ztepilý	*Fraxinus excelsior*	34,1	157	438	203	53,2	74,8	0	5,1	Ravetto Enri et al., 2020
Trnovník akát	*Robinia pseudoakacia*	56	204	278			64			Emile 2016
Javor klen	*Acer pseudoplatanus*	43	167	412	258	98,5	64,9	5,2	32,9	Ravetto Enri et al., 2020
Vrba jíva	*Salix caprea*	46	159	451	354	189	65	11,5	30,4	Ravetto Enri et al., 2020
Jeřáb ptačí	*Sorbus aucuparia*	57	118	408	274	123	50,2	9,7	5,4	Ravetto Enri et al., 2020
Lípa velkolistá	*Tilia platyphyllos*	70	214	292			103			Emile 2016
Moruše bílá	*Morus alba*	89	240	268	148	41	163			Emile 2016; Kandylis 2009
Jílek vytrvalý	*Lolium perenne*	69	161	475			94			Emile 2016
Požadavky masného skotu				330-450	190-300	max 80				Kudrna 1998; Whitehead 2000
Požadavky koz				410; max 600	180-200					Lu et al., 2005
Požadavky ovcí										

Pro zavádění silvopastevních systémů v ČR existují mnohé dotační a legislativní překážky, zejména pak neexistence příslušných kategorií v Zákoně o katastru nemovitostí a v rámci zemědělských kultur. Pro zpřehlednění těchto překážek a jejich možné nápravy byla vypracována tabulka (viz Tabulka 2) interferujících legislativních a dotačních opatření.

Tabulka 2 – Možné nápravy legislativních a dotačních překážek pro zavádění agrolesnických systémů v ČR.

Legislativa	Opatření
Zákon o katastru nemovitostí	Vytvoření nového druhu pozemku, nebo zařazení pod stávající (TTP)
Nařízení vlády č. 307/2014 Sb a LPIS	Vytvoření nového druhu trvalé zemědělské kultury
ZOPK	Zohlednění možné změny krajinného rázu
ZOPK	Management dřevin (kácení atp.)
ZOPK	Seznam vhodnch druhů
PRV	Přijmutí a začlenění (uznání dotací)
Nařízení Komice č. 640/2014	do 100 stromů na 1 ha (uznání dotací)

Závěrem lze podotknout, že pokud budou silvopastevní systémy správně implementovány, mohou společnosti pomoci řešit důležité environmentální problémy jako je zachování biologické rozmanitosti, sekvestrace uhlíku, ochrana půdy a zlepšení kvality vody.

6. Reference

Akeroyd J. 2003. A Transylvanian wood-pasture. Plant Talk **34**:34–37.

Albrecht KA, Muck RE. 1991. Proteolysis in ensiled forage legumes that vary in tannin concentration. Crop Science **31**:464–469.

Álvarez-Martínez J, Gómez-Villar A, Lasanta T. 2016. The use of goats grazing to restore pastures invaded by shrubs and avoid desertification: a preliminary case study in the Spanish Cantabrian Mountains. Land Degradation & Development **27**:3–13. http://dx.doi.org/10.1002/ldr.2230.

Barry TN, McNabb WC. 1999. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. British Jurnale of Nutrition **81**(4):263–272.

Bell S. 2000. Agroforestry in the landscape. Forestry Commission Bulletin **122**:91–96.

Beranová M, Kubačák A. 2010. Dějiny zemědělství v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. Praha: KOSMAS.

Bergmeier E, Petermann J, Schroder E. 2010. Geobotanical survey of wood-pasture habitats in Europe: diversity, threats and conservation. Biodiversity Conservation **19**:2995-3014.

Bestman M, van Eekeren N, Luske B, Vonk M, Anssems E, Boosten M, van Bree M. 2014. Introducing trees in dairy and poultry farms. Experiences dairy and poultry farmers' networks in The Netherlands. In '18th IFOAM Organic World Congress 2014', Istanbul, Turkey, 13-15 October 2014 [Online]. Available at http://orgprints.org/23894/9/23894.pdf.

Broom D, Galindo F, Murgueitio E. 2013. Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. Proceedings: Biological Sciences. **280**(1771). 1-9.

Brownlow M, Carruthers P, Dorward P. 2000. Alternatives to grazing stock. Forestry Commision Bulletin **122**:58–70.

Bueno ICS, Brandi RA, Franzolin R, Benetel G, Fagundes GM, Abdalla AL, Louvandini H, Muir JP. 2015. In vitro methane production and tolerance to condensed tannins in five ruminant species. Animal Feed Science and Technology **205**:1–9.

Bunce RGH, Pérez-Soba M, Elbersen BS, Van Wingerden WKRE. 2005. An assessment of the role of grazing in European habitats. In: Mosquera-Losada MR, McAdam J, Rigueiro-Rodríguez A (eds.) Silvopastoralism and sustainable land management. CABI, Wallingford, UK.

Burgess PJ. 1999. Effects of agroforestry on farm biodiversity in the UK. Scottish Forestry **53**(1):24–27.

Cañellas I, Roig S, Poblaciones MJ, Gea-Izquierdo G, Olea L. 2007. An approach to acorn production in Iberian dehesas. Agroforestry Systems **70**(1):3–9.

Castro M, Fernández Núñez E. 2016. Seasonal grazing of goats and sheep on Mediterranean mountain rangelands of northeast Portugal. Livestock Research for Rural Development **28**(5).

Clifford MN, Scalbert A. 2000. Ellagitannins - nature, occurrence and dietary burden. Journal of the Science of Food and Agriculture **80**(7):1118–1125.

Cuthbertson A, McAdam J. 1996. The effect of tree density and species on carabid beetles in a range of pasture-tree agroforestry systems on a lowland site. Agroforestry Forum **7**(3):17–20.

ČSAL – Český spolek pro agrolesnictví. 2015. Agrolesnictví - „znovuobjevení“ historického způsobu hospodaření a jeho možnosti dnes. ASZ. Dostupné z: https://www.asz.cz/cs/aktualne-z-asz/agrolesnictvi-znovuobjeveni-historickeho-zpusobu-hospodareni-a-jeho-moznosti-dnes.html

ČSAL - Český spolek pro agrolesnictví. 2018. Deklarace – Agrolesnictví jako nástroj adaptace na klimatickou změnu. Dostupné z: http://agrolesnictvi.cz/wp-content/uploads/2018/05/seminar_deklarace_signatari.pdf.

Dahlstrom, A, Rydin H., Borgegärd S. 2009. Remnant habitats for grassland species in anabandoned Swedish agricultural landscape. Applied Vegetation Science13, **3**:305–314.

Dalzell SA, Shelton HM, Mullen BF, Larsen PH, McLaughlin KG. 2006. 'Leucaena: a guide to establishment and management.' Meat & Livestock Australia Ltd.: Sydney, NSW.

De Groot RS, Wilson MA, Boumans RMJ. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. Ecological Economics **41**(3):393–408.

de Klein CAM, Eckard RJ.2008. Targeted technologies for nitrous oxide abatement from animal agriculture. Australian Journal of Experimental Agriculture **48**, 14-20. doi:10.1071/EA07217.

Dennis P, Shellard LJF, Agnew RDM. 1996. Shifts in arthropod species assemblages in relation to silvopastoral establishment in upland pastures. Agroforestry Forum **7**(3):14–17.

Devkota NR, Kemp PD, Hodgson J. 2009. Relationship between tree canopy height and the production of pasture species in a silvopastoral system based on alder trees. Agroforestry Systems **76**, 363–374. doi:10.1007/s10457-008-9192-8.

Dixon RK. 1995. Agroforestry systems: sources or skinks of greenhouse gases? Agroforestry Systems **31**:99–116.

Douglas GB, Barry TN, Faulknor NA, Kemp PD, Foote AG, Cameron PN, Pitta DW. 2003. Willow coppice and browse blocks: establishment and management. In 'Using trees on farms'. (Ed. JFL Charlton) Grassland research and practice series No. **10**, pp. 41-51. (New Zealand Grassland Association: Wellington).

Douglas GB, Bulloch BT, Foote AG. 1996. Cutting management of willows (*Salix* spp.) and leguminous shrubs for forage during summer. New Zealand Journal of Agricultural Research **39**, 175–184. doi:10.1080/00288233.1996.9513176.

Dupraz C, Lawson GJ, Lamersdorf N, Papanastasis VP, Rosati A, Ruiz-Mirazo J. 2018. Temperate Agroforestry: the European Way. Temperate Agroforestry Systems INRA, Montpellier: University of Montpellier, France.

Eason WR, Gill EK, Roberts JE. 1996. Evaluation of anti-sheep tree-stem-protection products in silvopastoral agroforestry. Agroforestry systems **34**, 259–264.

EEA. 2001. Environmental signals 2001. European environment agency regular indicator report. European Environment Agency, Copenhagen.

EEA. 2003. Europe's environment: the third assessment. Environmental assessment report no 10. European Environment Agency, Copenhagen.

Eichhorn et al. 2006. Silvoarable Systems in Europe - Past, Present and Future Prospects. Agroforestry Systems **67**: 29-50.

Etienne M., (ed.). 1996. Western European Silvopastoral Systems. Paris: INRA.

EURAF. 2018. Evropská agrolesnická federace. Dostupné z: http://www.eurafagroforestry.eu/welcome.

FAO. 2004. Domestic animal diversity information system. http://dad.fao.org/.

Ferlay A, Bernard L, Meynadier A, Malpuech-Brugère C. 2017. Production of trans and conjugated fatty acids in dairy ruminants and their putative effects on human health: a review. Biochimie **141**:107–120. doi:10.1016/j.biochi.2017.08.006.

Fernández-Núñez E. 2007. Sistemas silvopastorales establecidos con *Pinus radiata* D. Don y *Betula alba* L. en Galicia: productividad, biodiversidad y sumideros de carbono. [Ph.D. Thesis], University of Santiago de Compostela, Lugo, Spain.

Francisco A et al. 2015. Growth performance, carcass and meat quality of lambs supplemented with increasing levels of a tanniferous bush (*Cistus ladanifer* L.) and vegetable oils. Meat Science **100**:275–282. doi:10.1016/j.meatsci.2014.10.014.

Gardiner C, Parker AJ. 2012. Steer liveweight gains on Progardes desmanthus/buffel pastures in Queensland. In 'Proceedings of Second Joint Conference of the New Zealand Society of Animal Production and the Australian Society of Animal Production'. pp. 1. Lincoln University: Christchurch.

Gillet F. Béatrice – Buttler A. Gallandat J. Gobat J. 1999. Influence of tree cover on the diversity of herbaceous communities in subalpine wooded pastures. Applied Vegetation Science 2, **1**:47–54.

González Hernández MP, Silva-Pando FJ. 1999. Nutritional attributes of understory plants known as components of deer diets. Journal of Range Management **52**(2):132–138.

González-Hernández MP, Starkey EE, Karchesy J. 2000. Seasonal variation in concentrations of fiber, crude protein and phenolic compounds in leaves of red alder (*Alnus rubra*): nutritional implications for cervids. Journal of Chemical Ecology **26**(1):293–301.

González-Hernández MP, Starkey EE, Karchesy J. 2003. Research observation: hydrolyzable and condensed tannins in plants of northwest Spain forests. Journal of Range Management **56**(5):461–465.

Grainger C, Clarke T, Auldist MJ, Beauchemin KA, McGinn SM, Waghorn GC, Eckard RJ. 2009. Potential use of *Acacia mearnsii* condensed tannins to reduce methane emissions and nitrogen excretion from grazing dairy cows. Canadian Journal of Animal Science **89**:241–541 251.

Grime JP, Hodgson JG, Hunt R. 1992. Comparative plant ecology. Kluwer, Wallingford, UK.

Grove AT, Rackham O. (eds.). 2001. The nature of Mediterranean Europe, an ecological history. London: Yale University Press.

Hagerman AE, Robbins CT, Weerasuriya Y, Wilson TC, McArthur C. 1992. Tannin chemistry in relation to digestion. Journal of Range Management **45**(1):57–62

Herzog F. 2000. The importance of perennial trees for the balance of northern European agricultural landscapes. Unasylva 200, **51**: 42–48.

Hove L, Topps JH, Sibanda S, Ndlovu LR.2001. Nutrient intake and utilisation by goats fed dried leaves of the shrub legumes *Acacia angustissima, Calliandra calothyrsus* and *Leucaena leucocephala* as supplements to native pasture hay. Animal Feed Science and Technology **91**, 95–106.

Hytönen M, (ed.). 1995. Multiple-use forestry in the Nordic countries. Gummerus Printing: Jyväskylä.

Charlton JFL, Douglas GB, Wills BJ, Prebble JE. 2003. Farmer experience with tree fodder. In 'Using trees on farms'. (Ed. JFL Charlton) Grassland research and practice series No. **10**, pp. 7–16. (New Zealand Grassland Association: Wellington).

Isted R. 2005. Wood pasture and parkland; overlooked jewels of the English countryside. In: Mosquesa-Losada MR, McAdam J, Rigueiro-Rodríguez A (eds.) Silvopastoralism and Sustainable Land Management. CABI, Wallingford, UK.

Iussig G, Lonati M, Probo M, Hodge S, Lombardi G. 2015. Plant species selection by goats foraging on montane semi-natural grasslands and grazable forestlands in the Italian Alps. Italian Journal of Animal Science **14**, 484–494. doi:10.4081/ijas.2015.3907.

Jarvis SC, Menzi H (2004) Optinising best practice for N management in livestock systems: meeting production and environmental targets. Grassland Science Europe **9**:361–372

Jean-Blain C. 1998. Nutritional and toxicological aspects of tannins. Revue de Médicine Vétérinaire **149**(10): 911–920.

Jurčíková I. 2019. Legislativní a dotační bariéry agrolesnictví v ČR [MSc. Thesis]. Masarykova Univerzita, Brno.

Kanani J, Lukefahr SD, Stanko RL. 2006. Evaluation of tropical forage legumes (*Medicago sativa*, *Dolichos lablab*, *Leucaena leucocephala* and *Desmanthus bicornutus*) for growing goats. Small Ruminant Research **65**, 1–7. doi:10.1016/j.smallrumres.2005.04.028.

Kemp PD, Mackay AD, Matheson LA, Timmins ME. 2001. The forage value of poplars and willows. Proceedings of the New Zealand Grassland Association **63**, 115–120.

Kemp PD, Mackay AD, Matheson LA, Timmins ME. 2001. The forage value of poplars and willows. Proceedings of the New Zealand Grassland Association **63**, 115–120.

Kirby KJ, Thomas RC, Key RS, McLean IFG. 1995. Pasture-woodland and its conservation in Britain. Biological Journal of Linnean Society **56**: 135–153.

Kolařík J, Flek S, Hora D, Imramovský P, Kejha L, Mauer O, Opravil J, Úradníček L. 2021. Standardy péče o přírodu a krajinu. Výsadba stromů. SPPK A002 001:2021. Dostupné z: www.standardy.nature.cz

Kolařík J, Hora D, Kejha L, Kovářík Z, Růžička P, Skotnica J, Úradníček L, Vágnerová I. 2015. Standardy péče o přírodu a krajinu. Řez stromů. SPPK A02 002:2015. Dostupné z: www.standardy.nature.cz

Kongmanila D. 2012. *Erythrina* foliage as an alternative feed for growing goats in Lao PDR. [Doctoral Thesis], Sveriges Lantbruksuniversitet, Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Uppsala, Sweden.

Krčmářová J, Jeleček L. (2016). Czech traditional agroforestry: historic accounts and current status. Agroforestry Systems 91, **6**: 1087–1100.

Krčmářová J.2019. Stručná historie stromů v zemědělství v Čechách. Český lid 106, 179–204. doi: http://dx.doi.org/10.21104/CL.2019.2.03.

Kumpula J. 2001. Winter grazing of reindeer in woodland lichen pasture Effect of lichen availability on the condition of reindeer. Small Ruminant Research **39**: 121-130.

Leng RA. 1997. 'Tree foliage in ruminant nutrition.' Issue 139. FAO animal production and health paper. (Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, IT).

Liagre F. 2006. 'Les haies rurales.' France Agricole Editions: Paris.

Loehle C. 2004. Applying landscape principles to fire hazard reductions. Forest Ecology and Management **198**: 261-267.

Maasdorp BV, Muchenje V, Titterton M. 1999. Palatability and effect on dairy cow milk yield of dried fodder from the forage trees *Acacia boliviana*, *Calliandra calothyrsus* and *Leucaena leucocephala*. Animal Feed Science and Technology **77**, 49–59.

Manousidis T, Kyriazopoulos AP, Parissi ZM, Abraham EM, Korakis G, AbasZ. 2016. Grazing behavior, forage selection and diet composition of goats in a Mediterranean woody rangeland. Small Ruminant Research **145**, 142–153. doi:10.1016/j.smallrumres.2016.11.007.

Manteca X, Villalba JJ, Atwood SB, Dziba L, Provenza FD. 2008. Is dietary choice important to animal welfare? Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research **3**:229–239. doi:10.1016/j.jveb.2008.05.005.

McAdam JH, Burgess PJ, Graves AR, Rigueiro-Rodríguez A, Mosquera-Losada MR. 2009. Classification and Functions of Agroforestry Systems in Europe. In: Rigueiro-Rodríguez, A., P., McAdam, J.H. & Mosquera-Losada, M.R. (Eds). Agroforestry in Europe: Current Status and Future Prospects. Springer Science + Business Media B.V.

McAdam JH, McEvoy PM. 2008. The potential for silvopastoralism to enhance biodiversity on grassland farms in Ireland). In: Rigueiro-Rodríguez A, McAdam J, Mosquera-Losada MR (eds.) Agroforestry in Europe, Springer Science + Business Media B.V.

McWilliam EL, Barry TN, López-Villalobos N, Cameron PN, Kemp PD. 2005. Effects of willow (*Salix*) supplementation for 31 and 63d on the reproductive performance of ewes grazing low quality drought pasture during mating. Animal Feed Science and Technology **119**:87–609 106. doi:10.1016/j.anifeedsci.2004.11.013.

Meier JS, Liesegang A, Louhaichi M, Hilali M, Rischkowsky B, Kreuzer M, Marquardt S. 2014. Intake pattern and nutrient supply of lactating sheep selecting dried forage from woody plants and straw offered in binary or multiple choice. Animal Feed Science and Technology **188**:1–12. doi:10.1016/j.anifeedsci.2013.11.003.

Min BR, Barry TN, Attwood GT, McNabb WC. 2003. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. Animal Feed Science and Technology **106**:3–19. doi:10.1016/S0377-8401(03)00041-5.

Montagnini F, Nair PKR. 2004. Carbon sequestration: an underexploited environmental benefit of agroforestry systems. Agroforestry Systems **61**:281–295.

Moore KM, Barry TN, Cameron PN, Lopez-Villalobos N, Cameron DJ. 2003 Willow (*Salix* sp.) as a supplement for grazing cattle under drought conditions. Animal Feed Science and Technology **104**:1–11. doi:10.1016/S0377-8401(02)00326-7.

Moreno G, Pulido F. 2007. The function, management and persistence of Dehesas. In: Rigueiro- Rodríguez A, McAdam J, Mosquera-Losada MR (eds.). Agroforestry in Europe: Current Status and Future Prospects. Springer Science + Business Media B.V.

Mosquera-Losada MR, Fernández-Núñez E, Rigueiro-Rodríguez A.2006. Pasture, tree and soil evolution in silvopastoral systems of Atlantic Europe. Forest Ecology Management **232**(1–3):135–145.

Mosquera-Losada MR, McAdam JH, Romero-Franco R, Santiago-Freijanes JJ, Rigueiro-Rodríguez A. 2009. Definitions and Components of Agroforestry Practices in Europe in Rigueiro-Rodríguez A, McAdam JH, Mosquera-Losada MR (Eds). Agroforestry in Europe: Current Status and Future Prospects. Springer Science + Business Media B.V.

Mosquera-Losada MR, Moreno G, Pardini A, McAdam JH, Papanastasis V, Burgess PJ, Lamersdorf N, Castro M, Liagre F, Rigueiro-Rodríguez A. 2012. Past, Present and Future of Agroforestry Systems in Europe. In 'Agroforestry - The Future of Global Land Use'. (Eds PKR Nair, D Garrity) pp. 285–312. Springer: Dordrecht.

Mosquera-Losada MR, Pinto-Tobalina M, Rigueiro-Rodríguez A. 2005. The herbaceous component in temperate silvopastoral systems. In: Mosquera-Losada MR, McAdam J, Rigueiro-Rodríguez A (eds.). Silvopastoralism and Sustainable Land Management. CABI, Wallingford, UK.

Mosquera-Losada MR, Pinto-Tobalina M, Rigueiro-Rodríguez A. 2005. The herbaceous component in temperate silvopastoral systems. In: Mosquera-Losada MR, McAdam J, Rigueiro-Rodríguez A (eds.). Silvopastoralism and sustainable land management. CABI, Wallingford, UK.

Mosquera-Losada MR, Rigueiro-Rodríguez A, Villarino-Urtiaga .J. (2001). Establecemento de sistemas silvopastorais Xunta de Galicia.

Mupeyo B, Barry TN, Pomroy WE, Ramírez-Restrepo CA, López-Villalobos N, Pernthaner A. 2011. Effects of feeding willow (*Salix* spp.) upon death of established parasites and parasite fecundity. Animal Feed Science and Technology **164**:8–20. doi:10.1016/j.anifeedsci.2010.11.015.

Musonda K, Barry TN, McWilliam EL, López-Villalobos N, Pomroy WE. 2009. Grazing willow (*Salix* spp.) fodder blocks for increased reproductive rates and internal parasite control in 25 mated hoggets. Animal Feed Science and Technology **150**: 46–61. doi:10.1016/j.anifeedsci.2008.08.003.

Nair PKR, Gordon A, Mosquera-Losada MR.2007. agroforestry. In: Jørgensen (ed.). Encyclopedia of ecology. Elsevier, Amsterdam.

Nair PKR. 1993. An Introduction to Agroforestry. Kluwer Academic Publisher in Cooperation with International Center for Research in agroporestry.

Nerlich K, Graeff-Hönninger S, Claupein W. 2013. Agroforestry in Europe: a review of the disappearance of traditional systems and development of modern agroforestry practices, with emphasis on experiences in Germany. Agroforestry Systems **87**:475–492. doi:10.1007/s10457-012-9560-2.

Olea L, San Miguel-Ayanz A. 2006. The Spanish dehesa: a traditional Mediterranean silvopastoral system linking production and nature conservation. Grassland Science in Europe **11**: 3–13.

Papachristou TG, Papanastasis VP. 1994. Forage value of Mediterranean deciduous woody fodder species and its implication to management of silvo-pastoral systems for goats. Agroforestry Systems **27**:269–282. doi:10.1007/BF0070506.1

Papanastasis VP, Mantzanas K, Dini-Papanastasi O, Ispikoudis I. 2009. Traditional agroforestry systems and their evolution in Greece. In 'Agroforestry in Europe: Current Status and Future Prospects'. (Eds A Rigueiro-Rodríguez, J McAdam, MR Mosquera-Losada) pp. 89–109. Springer Science + Business Media B.V.

Papanastasis VP, Yiakoulaki MD, Decandia M, Dini-Papanastasi O. 2008. Integrating woody species into livestock feeding in the Mediterranean areas of Europe. Animal Feed Science and Technology **140**:1–17. doi:10.1016/j.anifeedsci.2007.03.012.

Pardini A. 2005. Silvopastoral systems for rural development on a global perspective. In: Mosquera-Losada R, McAdam J, Rigueiro-Rodríguez A (eds.) Silvopastoralism and Sustainable Land Management. CABI, Wallingford, UK.

Pardini A. 2009. Agroforestry Systems in Italy: Traditions Towards Modern Management. In: Rigueiro-Rodríguez A, McAdam JH, Mosquera-Losada MR (Eds). Agroforestry in Europe: Current Status and Future Prospects. Springer Science + Business Media B.V.

Pau-Vall M, Vidal C.1999. Nitrogen in agriculture. European agriculture and environment. In: Agriculture, environment, rural development: facts and figures – a challenge for agriculture. Agriculture Directorate. http://ec.europa.eu/agriculture/envir/report/en/nitro_en/report.htm.

Peeters A et al. 2014. Grassland term definitions and classifications adapted to the diversity of European grassland-based systems. Grassland Science in Europe **19**:743–750.

Pereira PM, Pires da Fonseca M. 2003. Nature vs. Nurture: the Making of the Montado Ecosystem. Conservation Ecology 7, **3**:7. [online]. Dostupné z: http://www.consecol.org/vol7/iss3/art7/

Pitta DW, Barry TN, López-Villalobos N, Kemp PD. 2005. Effects on ewe reproduction of grazing willow fodder blocks during drought. Animal Feed Science and Technology **120**:217–234. doi:10.1016/j.anifeedsci.2005.02.030.

Pitta DW, Barry TN, López-Villalobos N, Kemp PD. 2007. Willow fodder blocks—An alternate forage to low quality pasture for mating ewes during drought? Animal Feed Science and Technology **133**:240–258. doi:10.1016/j.anifeedsci.2006.04.006.

Prins K, Köhl M, Paschalis-Jakubowicz P Rametsteiner E Requardt A San-Miguel-Ayanz J. 2011. Assessing the Sustainability of Forest Management in Europe. In: FOREST EUROPE, UNECE a FAO: State of Europe's Forests 2011. Status and Trends in Sustainable Forest Management in Europe. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Oslo: 199–222.

Ramírez-Restrepo CA, Barry TN, Marriner A, López-Villalobos N, McWilliam EL, Lassey KR, Clark H. 2010. Effects of grazing willow fodder blocks upon methane production and blood composition in young sheep. Animal Feed Science and Technology **155**:33–43. doi:10.1016/j.anifeedsci.2009.10.003.

Ravetto Enri S, Probo M, Renna M, Caro E, Lussiana C, Battaglini LM, Lombardi G, Lonati M, 2020. Temporal variations in leaf traits, chemical composition and in vitro true digestibility of four temperate fodder tree species., Animal Production Science, 2020, **60**:643–658 https://doi.org/10.1071/AN18771.

Rigueiro-Rodríguez A, Fernández-Núñez E, González-Hernández P, McAdam JH, and Mosquera-Losada MR. (2009). Agroforestry Systems in Europe: Productive, Ecological and Social Perspectives in Rigueiro-Rodríguez A., McAdam J.H., Mosquera-Losada M.R. (Eds). Agroforestry in Europe: Current Status and Future Prospects. Springer Science + Business Media B.V.

Rigueiro-Rodríguez A, Fernández-Núñez E, Mosquera-Losada MR. 2005b. Effect of tree density and species on botanical evolution diversity in a five years experiment in a silvopastoral system. Grassland Science Europe **10**:384–387.

Rigueiro-Rodríguez A, Mosquera-Losada MR, Romero-Franco R, González-Hernández MP, Villarino-Urtiaga JJ. 2005a Silvopastoral systems as a forest fire prevention technique. In: Mosquera-Losada MR, McAdam J, Rigueiro-Rodríguez A (eds.) Silvopastoralism and sustainable land management. CABI, Wallingford, UK.

Robles AB, Ruiz-Mirazo J, Ramos ME, González-Rebollar JL. 2008. Role of grazing livestock in sustainable use, fire prevention and naturalization of marginal ecosystems of southeastern Spain (Andalusia) In: Rigueiro-Rodríguez A, McAdam J, Mosquera-Losada MR (eds.) Agroforestry in Europe, Springer Science + Business Media B.V.

Rodríguez-Barreira S. 2007. Efecto residual del encalado y la fertilización con lodos de depuradora urbana sobre la producción en un sistema silvopastoral. [Ph.D. Thesis]. University of Santiago de Compostela, Lugo, Spain.

Rois-Díaz M, Mosquera-Losada R, Rigueiro-Rodríguez A. 2006. Biodiversity Indicators On Silvopastoralis across Europe. Technical Report 21. Joensuu: European Forest Institute.

Samsonová P. 2015. Nové podmínky dotací pro ekologické zemědělství a agroenvironmentálně-klimatická opatření. Dostupné z:

https://www.asz.cz/redakce/tisk.php?lanG=cs&clanek=105464&slozka=5880&xsekce=6068.

Sánchez L. 2005. Indigenous breeds and silvopastoral systems In: Mosquera-Losada MR, McAdam J, Rigueiro-Rodríguez A (eds.) Silvopastoralism and Sustainable Land Management. CABI, Wallingford, UK.

Seidavi A, Tavakoli M, Rasouli B, Corazzin M, Salem AZM. 2018. Application of some trees/shrubs in ruminant feeding: a review. Agroforestry Systems 1–12. doi: https://doi.org/10.1007/s10457-018-0313-8.

Sereke F, Dobricki M, Wilkes J, Kaeser A, Graves AR, Szerencsits E, Herzog F. 2016. Swiss farmers don't adopt agroforestry because they fear for their reputation. Agroforestry Systems. **90**(3):385-394. DOI: 10.1007/s10457-015-9861-3.

Sharrow SH, Brauer D, Clason TR. 2009. Silvopastoral practices. In 'North American Agroforestry: An Integrated Science and Practice'. (Ed HE Garrett) pp. 105–131. (American Society of Agronomy: Madison, WI).

Shure DJ, Wilson LA. 1993. Patch size effects on plant phenolics in successional openings of the southern Appalachians. Ecology **74**:55–67.

Schultz RC, Isenhart TM, Simpkins WW, Colletti JP. 2004. Riparian forest buffers in a grow ecosystems - lessons learned from the Bear Creek Watershed, central Iowa, USA. Agroforestry Systems **61–62**(1–3):35–50.

Sibbald AR, Eason WR, McAdam JH, Hislop AM. 2001. The establishment phase of a silvopastoral national network experiment in the United Kingdom. Agroforestry Systems **39**:39–53.

Slámová M, Jančura P, Fabriciusová V, Beláček B, Zrníková K, Prídavková Z, 2016. Traditional Agricultural Practices, Land Cover Diversity and Biodiversity in the Southern Podpolanie Region. In: Agnoletti, M., Emanueli, F., (eds.): Biocultural diversity in Europe. Schwitzerland: Springer Verlag, Environmental history series: 249–268.

Smith J, Gerrard C. 2015. System Report: Agroforestry for Ruminants in England [Online]. 30 October 2015. Available at http://www.agforward.eu/index.php/en/agroforestry-with-ruminants-uk.html.

Smith J, Kuoppala K, Yáñez-Ruiz D, Leach K, Rinne M. 2014. Nutritional and fermentation quality of ensiled willow from an integrated feed and bioenergy agroforestry system in UK [Online]. In 'Maataloustieteen Päivät 2014'. (Eds M

Hakojärvi, N Schulman) Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisuja No. **30**. pp. 1-9. Available at www.smts.fi.

Smith J. 2010. Agroforestry: Reconciling Production with Protection of the Environment. A Synopsis of Research Literature. Organic Research Centre. Elm Farm.

Starkey EE, Happe PJ, González-Hernández MP, Lange K, Karchesy J. 1999. Tannins as nutritional constraints for elk and deer of the coastal Pacific Northwest. In: Gross GG, Hemingway RW, Yoshida T (eds.) Plant polyphenols 2: chemistry, biology, pharmacology, ecology. Kluwer, New York.

SZIF – Státní intervenční fond. 2015. Program rozvoje venkova 2014-2020. Opatření. Dostupné na: https://www.szif.cz/cs/prv2014-opatreni#

SZIF – Státní intervenční fond. 2019. Příručka pro žadatele. Dostupné z: https://www.szif.cz/cs/CmDocument?rid=%2Fapa_anon%2Fcs%2Fdokumenty_ke_stazeni%2Fplatby_na_zaklade_jz%2Fsaps%2F1523860870686.pdf.

Thiebault S. 2005. L'apport du fourrage d'arbre dans l'élevage depuis le Néolithique. Anthropozoologica **40**:95–108.

Torrba M, Fagerholm N, Burgess PJ, Moreno G, Plieninger T. 2016. Do European Agroforestry Systems Enhance Biodiversity and Ecosystem Services? And meta-analysis. Agriculture, Ecosystems and Environment **230**: 150-161. http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2016.06.002.

Vandenberghe C, Freléchoux F, Moravie M-A, Gadallah F, Buttler A. 2007. Short-term effects of cattle browsing on tree sapling growth in mountain wooded pastures. Plant Ecology **188**:253–264. doi:10.1007/s11258-006-9160-1.

Vandermeulen S, Ramírez-Restrepo CA, Beckers Y, Claessens H, Bindelle J. 2018. Agroforestry for ruminants: a review of trees and shrubs as fodder in silvopastoral temperate and tropical production systems. Animal Production Science **58**:767–777. doi:10.1071/AN16434.

Vandermeulen S, Ramírez-Restrepo CA, Marche C, Decruyenaere V, Beckers Y, Bindelle J. 2016. Behaviour and browse species selectivity of heifers grazing in a temperate silvopastoral system. Agroforestry Systems. doi:10.1007/s10457-016-0041-x.

Vasta V, Bessa RJB. 2012. Manipulating ruminal biohydrogenation by the use of plants bioactive compounds. In 'Dietary phytochemicals and microbes'. pp. 263–284. Springer Science + Business Media B.V.

Vejvodová A. 2016. Sady. Ekologické zemědělství Program rozvoje venkova 2014–2020. Praha: Ministerstvo zemědělství. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/479859/K_EZ_Sady.pdf.

Vera FWM. 2000. Grazing ecology and forest history. CABI International Publishing, Wallingford.

Villalba JJ, Provenza FD, Hall JO, Lisonbee LD. 2010. Selection of tannins by sheep in response to gastrointestinal nematode infection. Journal of Animal Science **88**:2189–2198. doi:10.2527/jas.2009-2272

Vityi A, Marosvölgyi B, Szalai Z, Varga A. 2014. Agroforestry research and development in Hungary. Book of abstracts of 2nd EURAF Conference, 4th–6th June 2014, Cottbus, Germany.

Waghorn G. 2008. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production: progress and challenges. Animal Feed Science and Technology **147**:116–139. doi:10.1016/j.anifeedsci.2007.09.013.

Whitehead WC. 1995. Grassland nitrogen. CABI, Wallingford, UK.

Zákony, vyhlášky a nařízení:

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1305/2013 o podpoře pro rozvoj venkova z Evropského zemědělského fondu pro rozvoj venkova (EZFRV) a o zrušení nařízení Rady (ES) č. 1698/2005. (2013). Dostupné z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex%3A32013R1305.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1307/2013 kterým se stanoví pravidla pro přímé platby zemědělcům v režimech podpory v rámci společné zemědělské politiky a kterým se zrušují nařízení Rady (ES) č. 637/2008 a nařízení Rady (ES) č. 73/2009. (2013). Dostupné z: https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:347:0608:0670:cs:PDF.

Nařízení komise 640/2014 kterým se doplňuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1306/2013, pokud jde o integrovaný administrativní a kontrolní systém a o podmínky pro zamítnutí nebo odnětí plateb a správní sankce uplatňované na přímé platby, podporu na rozvoj venkova a podmíněnost. 2014. Dostupné z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32014R0640.

Nařízení vlády č. 307/2014 Sb. o stanovení podrobností evidence půdy podle uživatelských vztahů. (2014). Dostupné z: https://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?cz=307&r=2014.

Nařízení vlády č. 48/2017 Sb. o stanovení požadavků podle aktů a standardů dobrého zemědělského a environmentálního stavu pro oblasti pravidel podmíněnosti a důsledků jejich porušení pro poskytování některých zemědělských podpor. (2017). Dostupné z: https://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?cz=48&r=2017.

Vyhláška č. 189/2013 Sb. o ochraně dřevin a povolování jejich kácení. (2013). Dostupné z: https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/73A5CAE717918FEDC1257B9D00397443/$file/V%20189_2013.pdf.

Vyhláška č. 357/2013 Sb. o katastru nemovitostí (katastrální vyhláška). (2013) Dostupné z: https://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?cz=357&r=2013

Zákon č. 114/1992 Sb. Zákon České národní rady o ochraně přírody a krajiny. 1992. Dostupné z https://www.zakonyprolidi.cz/print/cs/1992-114/zneni-20210101.htm?sil=1.

Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu. (stavební zákon) (2006). Sbírka zákonů České republiky. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra.

Zákon č. 252/1997 Sb. o zemědělství. 1997. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_zakon-1997-252-viceoblasti.html.

Zákon č. 289/1995 Sb. o lesích a o změně a doplnění některých zákonů. (lesní zákon) (2006). Sbírka zákonů České republiky. Praha: Ministerstvo vnitra, odbor vydavatelství a tisku.

Zákon č. 334/1992 Sb. - Zákon České národní rady o ochraně zemědělského půdního fondu. (1992). Dostupné z: https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/B9E6985E9AA11F98C12564EA003D3E04/$file/Z%20334_1992.pdf.

Zákon č. 89/2012 Sb. Zákon občanský zákoník. 2012. Dostupné z https://www.zakonyprolidi.cz/print/cs/2012-89/zneni-20210101.htm?sil=1.

Zákon o myslivosti č. 23/1962 Sb. (1962). Sbírka zákonů Československé socialistické republiky. Praha: Ministerstvo spravedlnosti.