

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Zvyšování rostlinné diverzity a ochrana holin proti erozi

Bakalářská práce

Autor práce: Eva Handlová

Obor studia: Rozvoj venkova

Vedoucí práce: Ing. Zuzana Hrevušová, Ph.D.

© 2022 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Eva Handlová

Zemědělství, zahradnictví a rozvoj venkova
Rozvoj venkova

Název práce

Zvyšování rostlinné diverzity a ochrana holin proti erozi

Název anglicky

Increasing plant diversity and erosion control of deforested lands

Cíle práce

Cílem práce je navrhnout několik řešení, jak rychle a efektivně založit dočasný travní porost, který sníží riziko eroze, omezí šíření nežádoucích druhů a podpoří přirozenou rostlinnou diverzitu na holinách. Dalším cílem je porovnat tato navržená řešení a posoudit jejich výhody a nevýhody.

Metodika

Literární rešerše bude nejdříve pojednávat o problematice odlesňování a o běžně používaných opatřeních pro ochranu narušených pozemků proti degradaci. Dále bude zahrnovat informace o specifických vlastnostech odlesněných pozemků (klimatických, orografických a půdních) a s tím souvisejících rizikových faktorech. Důležitou částí práce bude návrh a popis různých alternativních postupů, jak pozemky chránit, popř. i zlepšovat jejich vlastnosti, a jak podpořit celkovou stabilitu ekosystému do doby, než bude obnoven lesní porost. Důraz bude kladen na metody, které jsou založeny na zatravňování, a u těchto metod bude podrobně popsán postup, jak tento travní porost založit a dále ošetřovat. Na závěr budou tyto metody porovnány a zhodnoceny z hlediska jejich proveditelnosti, vlivu na rostlinnou diverzitu a efektivitu při zabraňování erozi. Celá literární rešerše bude vycházet z vědeckých zdrojů a z odborných publikací.

Doporučený rozsah práce

Minimálně 30 stran

Klíčová slova

odlesňování, rekultivace, zatravnění, zaplevelení, degradace půd

Doporučené zdroje informací

- Fiala, K., Tůma, I., Holub, P., Jandák, J. 2005. The role of Calamagrostis communities in preventing soil acidification and base cation losses in a deforested mountain area affected by acid deposition. *Plant and Soil* 268: 35-49.
- Hlásny, T., Krokene, P., Liebhold, A., Montagné-Huck, C., Müller, J., Qin, H., Raffa, K., Schelhaas, M-J., Seidl, R., Svoboda, M., Viiri, H. 2019. Living with bark beetles: impacts, outlook and management options. *From science to policy* 8.
- Maetens, W., Poesen, J., Vanmaercke, M. 2012. How effective are soil conservation techniques in reducing plot runoff and soil loss in Europe and the Mediterranean? *Earth-Science Reviews* 115: 21-36.
- McEachran, P., Slesak, A., Karwan, L. 2018. From skid trails to landscapes. *Forest Ecology and Management* 430: 299-311.
- Novák, J. 2009. Trávné porasty po odlesnění a samozalesnění. *Tribun EU, Brno*.
- Stanturf, J. A., Palik, B. J., Dumroese, R. K. 2014. Contemporary forest restoration: a review emphasizing function. *Forest Ecology and Management* 331: 292-323.
- Thorn, S., Bässler, C., Svoboda, M., Müller, J. 2017. Effects of natural disturbances and salvage logging on biodiversity—Lessons from the Bohemian Forest. *Forest Ecology and Management* 388: 113-119.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FAPPZ

Vedoucí práce

Ing. Zuzana Hrevušová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra agroekologie a rostlinné produkce

Elektronicky schváleno dne 5. 11. 2020

prof. Ing. Josef Soukup, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 11. 1. 2021

prof. Ing. Iva Langrová, CSc.

Děkanka

V Praze dne 22. 04. 2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Zvyšování rostlinné diverzity a ochrana holin proti erozi" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 22. 04. 2022

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucí mé bakalářské práce Ing. Zuzaně Hrevušové, Ph.D. za cenné rady, připomínky, ochotu a vstřícnost po dobu vedení mé bakalářské práce. Také děkuji za všechny konzultační hodiny, které mi byly poskytnuty.

Zvyšování rostlinné diverzity a ochrana holin proti erozi

Souhrn

Tématem této práce je ochrana holin proti erozi a popis tohoto problému se zaměřením na zvyšování rostlinné diverzity. Cílem práce je navrhnout řešení, jak rychle a efektivně založit dočasný travní porost, který na holinách podpoří přirozenou rostlinnou diverzitu.

Práce popisuje diverzitu krajiny, problémy s odlesňováním a erozi. Dále se práce zaměřuje na způsoby zatravňování. Při zatravňování holin je nejdůležitější správný proces přípravy kalamitních ploch, při kterém by měly být z území odklizeny zbytky dřevin a keřů po těžbě. Odstraněné zbytky dřevin lze odvážet nebo rozdrtit a následně s nimi mulčovat území. Další důležitou částí je vhodné zvolení zatravňovací směsi s pestrým druhovým složením travních druhů, jetelovin a ostatních dvouděložných bylin. Rozmanité zatravňovací směsi zásadně podporují diverzitu na holinách.

Nejvhodnějším způsobem, jak zvýšit rostlinnou diverzitu a zároveň zmírnit riziko eroze na holinách je volba vhodné zatravňovací směsi připravené přímo pro dané území. V případě vysokého rizika eroze z důvodu nadměrného svahu lze metodu zatravňování kombinovat s použitím protierozních opatření v podobě geosyntetik.

Klíčová slova: odlesňování, rekultivace, zatravnění, zaplevelení, degradace půd

Increasing plant diversity and erosion control of deforested lands

Summary

The topic of this work is the protection of clearings against erosion and the description of this problem with a focus on increasing plant diversity. The aim of this work is to propose a solution how to quickly and effectively establish a temporary grassland that will support natural plant diversity on the clearings.

The work describes the diversity of the landscape, problems with deforestation and erosion. Furthermore, the work focuses on methods of grassing. When grassing clearings, the most important process is the preparation of calamitous areas, during which the remnants of woody plants and shrubs should be removed from the area after harvesting. Removed tree residues can be taken away or crushed and then mulched with them. Another important part is the appropriate choice of grass mixture with a varied species composition of grass species, clover and other dicotyledonous herbs. A variety of grass mixtures essentially support diversity on clearings.

The most suitable way to increase plant diversity and at the same time reduce the risk of erosion on the clearings is to choose a suitable grass mixture prepared directly for the given area. In the case of a high risk of erosion due to excessive slope, the grassing method can be combined with the use of anti-erosion measures in the form of geosynthetics.

Keywords: deforestation, reclamation, grassing, weeding, soil degradation

Obsah

1 Úvod.....	8
2 Cíl práce.....	9
3 Diverzita krajiny.....	10
4 Trvalé travní porosty (TTP)	10
4.1 Šumavské louky	11
4.2 Nivní louky.....	12
5 Mokřady.....	12
6 Orná půda.....	12
6.1 Podpora diverzity na orné půdě.....	13
7 Les.....	13
7.1 Degradovaný les.....	13
8 Odlesňování.....	14
8.1 Hlavní příčiny odlesňování v České republice	14
8.1.1 Lýkožrout smrkový.....	15
8.1.2 Kůrovcová kalamita.....	16
8.1.3 Dopady napadení kůrovcem	16
8.1.4 Dřevo po napadení kůrovcem	17
8.1.5 Vítr	17
8.1.5.1 Orkán Kyrill	17
8.1.5.2 Vichřice Emma.....	18
8.1.6 Lesní požáry	18
8.2 Kalamitní holiny.....	18
8.2.1 Drobní savci na holinách.....	19
8.2.2 Obnova na kalamitních holinách	19
8.2.2.1 Umělá obnova	20
8.2.2.2 Přirozená obnova.....	21
9 Eroze	22
9.1 Vodní eroze.....	23
9.1.1 Vodní eroze v lesích a na odlesněných pozemcích.....	24
9.2 Větrná eroze	25
10 Zatravňování.....	26
10.1 Příprava kalamitních ploch	27

10.1.1	Georochože.....	28
10.1.2	Geosítě.....	28
10.1.3	Geotextilie a ekotextilie.....	29
10.1.4	Hydroosev.....	30
10.2	Péče o dočasný travní porost	30
10.2.1	Plevele.....	31
11	Výsev.....	31
11.1	Příklady vhodných druhů trav na holiny	32
12	Závěr	34
13	Literatura.....	36
14	Seznam obrázků.....	44
15	Seznam grafů	44
16	Seznam tabulek.....	44

1 Úvod

Holiny vznikají v důsledku přírodních či lidských vlivů a ve větší míře dokáží ovlivnit celou strukturu lesa. V České republice je nejčastější příčinou vzniku holin napadení kůrovcem, kdy v roce 2020 bylo při nahodilé těžbě neboli neplánované více než 90 % těžby zapříčiněno poškozením dřevin kůrovcem (Ministerstvo zemědělství 2021). Vznik holin silně ovlivňuje půdu, která je po odlesnění odkrytá a stává se tak náchylnější k vnějším vlivům. Působením těchto vlivů přichází půda o živiny, začíná degradovat a podléhá erozi. Takto zasažená půda se časem může stát až neúrodnou. Nejhorším možným způsobem degradace je pro půdu eroze. Eroze se dělí do několika skupin podle příčin jejího vzniku. Mezi nejrozšířenější typy eroze v České republice patří eroze větrná a vodní. Působením okolních sil, způsobující erozi dochází k rozrušování půdního povrchu a transportu půdních částic. Tento proces může zpomalovat nebo bránit vývoji okolních rostlin a stromů (Urbánková et al. 2015).

Hlavním cílem by mělo být zabránění degradace půdy. Degradaci dokáže snížit například zvyšování rostlinné diverzity na zasaženém území. Při tomto procesu je nejlepším způsobem na ploše vysadit dřeviny či půdu zatravnit. Zalesnění nebo zatravnění daného území zapříčiní zpevnění půdního povrchu, dostatečný přísun živin a rychlejší obnovu půdy. Čím více druhů je na území vyseto či vysazeno, tím větší je rostlinná diverzita a zlepšuje se obnova půdy (Smyth 2021). Velká část lesů v České republice se nachází na svazích a díky zvyšování rostlinné diverzity lze zmírnit či zabránit riziko eroze na svazích. Pokud nelze svah dostatečně zatravnit nebo zalesnit je vhodné využít protierozní řešení v podobě geosyntetik. Jednou z nejlepších variant mohou být například geosítě či georochože, které jsou vytvořeny z kompostovatelného materiálu, který nejen že půdu zpevňuje, chrání před vyplavením osiva a zabraňuje erozi, ale také ji po dobu své životnosti vyživuje. Tyto sítě a rochože se po několika letech zcela rozloží. Jejich životnost se odvíjí od materiálu, ze kterého jsou vytvořeny (Aussie Environmental 2021).

2 Cíl práce

Cílem práce je navrhnout několik řešení, jak rychle a efektivně založit dočasný travní porost, který sníží riziko eroze, omezí šíření nežádoucích druhů a podpoří přirozenou rostlinnou diverzitu na holinách. Dalším cílem je porovnat tato navržená řešení a posoudit jejich výhody a nevýhody.

3 Diverzita krajiny

Pojem krajina má mnoho významů a nelze ji popsat jedním slovem, protože na ni nahlíží každý jinak. Je to část zemského povrchu, který se nachází všude kolem nás (Dušek & Popelková 2017). Každá krajina je zcela jiná, jednotlivé krajiny se mohou od sebe odlišovat například klimatickými podmínkami, reliéfem, tvarem krajiny, složením, strukturou nebo biologickou rozmanitostí (Chuman & Romportl 2010). Vznik krajiny je velice závislý na lidské činnosti, jelikož převážná část krajiny na zemi je vytvořena člověkem, takové krajiny se říká kulturní. Krajiny, která tvoří mozaiku přírodních stanovišť a vytváří se bez zásahů člověka, se říká krajina přírodní. Krajina přírodní není příliš častá a ve většině případů nemá tak velikou biologickou diverzitu, jako krajina kulturní. (Farina 2000).

Česká republika leží v mírném pásu, pro který je charakteristickým biotem les. Pokud necháme krajinu samovolně zarůst, nejpravděpodobněji vyrostou lesy. Typickou kulturní krajinu tvoří mozaika ekosystémů jako jsou pole, louky, pastviny a lesní celky, které se střídají (Sádlo & Storch 2000). Převážná část ČR je využívána k hospodaření, a proto je naše země na předních příčkách v rozloze orné půdy. V 60. až 80. letech došlo ke kolektivizaci zemědělské výroby. Výsledkem byly rozorané pozemky, vznikaly velké půdní celky a došlo ke snížení biodiverzity. Krajiny prospívá ekologické hospodaření, které je vyhledávané především kvůli snižování dopadů na životní prostředí a bioproduktům (Kovář et al. 2012). Vzhledem k používání zemědělské techniky, která je šetrná k přírodě, nebo absenci pesticidů a dalších chemických látek je půda zdravá. Příznivé podmínky, střídání plodin nebo vytvoření okrajových oblastí, to vše může vést ke zvýšení druhové rozmanitosti (Dytrtová et al. 2016).

S diverzitou krajiny souvisí druhová rozmanitost. Jedná se o rostliny, živočichy nebo mikroorganismy, které se vyskytují v různých typech vegetace. Rozlišujeme 3 typy druhové diverzity. Jedná se o diverzitu lokální, regionální a globální. Lokální diverzita se týká daného stanoviště. Regionální diverzita sleduje rozdíly mezi jednotlivými stanovišti a posledním typem je globální diverzita, která představuje veškerou druhovou bohatost na celém světě. Jen těžko se dá odhadnout celková míra druhové bohatosti na celé Zemi. V současné době je popsáno okolo 2 milionů druhů (Storch & Mihulka 1997). Řešením, jak lze popsat druhovou rozmanitost je určit množství druhů, genů nebo ostatních souborů. Popis biodiverzity je ale tímto způsobem vzhledem k velkému množství organismů skoro nemožný, proto se využívá tzv. indikátorů (Boháč 2007). Nejčastěji používanými indikátory jsou Simpsonův a Shannonův index. Oba tyto indexy zkoumají alfa diverzitu, tzn. diverzitu v rámci jednoho stanoviště. Zatímco Simpsonův index značí rozmanitost druhů ve společenstvu, Shannonův index udává míru vyrovnanosti (Dušek & Popelková 2017). Biodiverzitu z velké míry ovlivňuje člověk, závisí na jeho chování a péči o přírodu. Nedostatečnou ochranou a péčí o přírodu by docházelo k velkým ztrátám biologické rozmanitosti, tzv. masovému vymírání (Bebbington et al. 2021).

4 Trvalé travní porosty (TTP)

Trvalé travní porosty, do kterých patří louky a pastviny zaujímají v ČR téměř 1 mil. ha, což je přibližně 13 % z celkového půdního fondu (Český úřad zeměměřický a katastrální 2022). Na loukách a pastvinách převažují druhy jako například *Alopecurus pratensis*, *Anthoxanthum*

odoratum, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis* nebo *Trifolium pratense*. (Chytrý et al. 2010). Trvalé travní porosty pokryté různorodými druhy trav a bylin mohou být přirozené, polopřirozené nebo umělé. Přirozená vegetace se v ČR příliš nevyskytuje. Do této kategorie můžeme zařadit porosty nad horní hranicí lesa nebo step. Polopřirozené TTP jsou ovlivňovány zásahem člověka a jedná se například o louky nebo pastviny. Posledním typem je umělý travní porost, který vzniká obvykle výsevem trav a jetelovin (Šarapatka et al. 2010). V travních porostech se také mohou objevit rostliny, které jsou nežádoucí. Mohou to být druhy jedovaté (např. *Cardamine* sp., *Ranunculus* sp., *Anemone* sp.), trnité (např. *Cirsium* sp., *Carduus* sp., *Carlina* sp.) nebo druhy s nízkou pícninářskou hodnotou (např. *Urtica dioica*, *Aegopodium podagraria*, *Rumex obtusifolius*) (Mládek et al. 2006).

Zemědělské porosty mohou být buď extenzivní nebo intenzivní. Extenzivní porost nabízí rozmanitost rostlinných druhů. Nenajdeme tam pouze trávy, ale i kvetoucí byliny (Tkáčiková et al. 2013). Tento typ porostu se vyvíjí samovolně, bez větších zásahů člověka, nehnojí se a seč se provádí 1–2krát za rok. Nevýhodou je však nízký výnos a horší kvalita píce (Fiala et al. 1999). Naopak intenzivní TTP vyžadují častější zásahy člověka. K ošetření a sklizni se používá těžká technika a celý porost je hnojen statkovými nebo minerálními hnojivy (Tkáčiková et al. 2013). Porost je možné hnojit dusíkem, díky kterému se zlepší kvalita píce a zvyšují se výnosy. Dalším druhem hnojení je použití statkových hnojiv, mezi které patří močůvka nebo kejda, které obsahují více živin, jako je draslík a fosfor. Staková hnojiva jsou zdrojem živin pro půdní mikroorganismy, které odpovídají za biologickou činnost půdy (Fiala et al. 1999; Wang et al. 2021). Důsledkem hnojení na extenzivních porostech se sníží počet na 20–30 rostlinných druhů na hektar. Největší zastoupení v porostu mají trávy, méně časté jsou dvouděložné byliny a jen minimálně se vyskytují jeteloviny (Fiala et al. 1999). Intenzivně obhospodařované porosty bychom našli v nížinách, zatímco extenzivní TTP se nachází spíše na hůře dostupných místech, jako jsou pahorkatiny nebo horské a podhorské oblasti (Kovář et al. 2012).

Jako dobrý příklad specifických travních porostů lze vybrat velice druhově bohaté šumavské louky nebo zamokřené nívné louky.

4.1 Šumavské louky

Šumavské louky jsou považovány za druhově bohaté ekosystémy a nachází se na nich okolo 60 % celkové druhové rozmanitosti Šumavy. Najdeme mezi nimi také vzácné a ohrožené druhy (Skolek et al. 2007). Na vrcholcích Šumavy jsou rozšířeny alpská vřesoviště s chráněnými duhy jako je například *Gentiana pannonica*. V nížinách se nacházejí mezofilní ovčíkové louky nebo pcháčové louky s druhy jako jsou *Agrostis capillaris*, *Festuca rubra* nebo *Cirsium heterophyllum* (Chytrý et al. 2007). Na neobhospodařovaných loukách se vyskytují druhy typické pro dané stanoviště jako například *Carex brizoides* nebo *Deschampsia cespitosa*. Tam, kde dříve bývaly louky, dnes najdeme smilkové trávníky zastoupené například *Arnica montana* nebo *Pseudorchis albida* (Roučková 2021). Mnoho vzácných a ohrožených druhů zmizelo z Šumavy v důsledku vytvoření hraničního pásma nebo zatrávnění území. Mezi nimi byly například *Blysmus compressus* nebo *Lolium remotum* (Skolek et al. 2007).

4.2 Nivní louky

Pojem niva představuje rovinu. Nivní louky jsou tedy rovné plochy v blízkosti řek, které jsou zaplavovány. Tamější fauna a flóra je ovlivňována vodou. Nejen, že záplavy obohacují vegetaci niv o horninový materiál včetně živin, ale také do ní přinášejí nežádoucí odpadky (Ložek 2003). Na nivní louce můžeme najít například *Alopecurus pratensis*, *Deschampsia cespitosa*, *Glechoma hederacea*, *Elytrigia repens* nebo *Cardamine pratensis* (Chytrý et al. 2007).

V ČR jsou typickým příkladem nivní louky nacházející se na území chráněné krajinné oblasti Poodří. Odra se rozlévá z koryta řeky a zaplavuje okolní louky (Šarapatka et al. 2010).

5 Mokřady

Mokřady jsou označovány jako přechod mezi vodou a souší (Hrnčířová & Holas 2013). Nejdůležitějším úkolem mokřadů je zadržování vody v krajině. Typickým příkladem mokřadů by mohly být bažiny, rašeliniště nebo slatiniště (Ministerstvo životního prostředí 2010). V mokřadech najdeme nespočet druhů rostlin a živočichů. Díky tomu patří společně s korálovými útesy a deštným pralesem k biotopům s největší biologickou aktivitou (Mach 2016). Z rostlinných druhů můžeme v mokřadech najít *Veronica beccabunga*, *Mentha aquatica* nebo *Glyceria fluitans* (Chytrý et al. 2010). S mokřady souvisí tzv. Ramsarská úmluva, která byla podepsána v roce 1971. Do této smlouvy se zapojila i ČR a jednalo se o první smlouvu týkající se přírody a krajiny mezi státy světa (Plesník 2004). Hlavním cílem Ramsarské úmluvy je ochrana těchto důležitých a zranitelných míst (Mach 2016). V ČR se nachází 14 takto chráněných lokalit, mezi které patří například třeboňské rybníky, šumavské rašeliniště nebo podzemní Punkva (AOPK ČR 2016).

6 Orná půda

Orná půda je ve velkém měřítku znehodnocována degradací půdy, a především pak vodní erozí. Míra eroze závisí hlavně na sklonitosti pozemku, zpracování půdy a druhu pěstované plodiny a s tím spojeným kořenovým systémem (Li & Fang 2016). Plocha orné půdy v ČR zaujímá necelé 3 mil. ha, tj. okolo 37 % z celkového půdního fondu (Český úřad zeměměřický a katastrální 2022). Každoročně dochází v České republice k úbytku asi 9100 ha orné půdy. Přibližně se jedná o 25 ha za den, to je pro představu okolo 40 fotbalových hřišť. Předpokládá se, že trend úbytku orné půdy bude pokračovat i v dalších letech. Především z důvodu výstavby nových bytových a průmyslových zón (Janků et al. 2016). Můžeme sem také zařadit půdu, která leží ladem (Chytrý et al. 2010). Mezi tu patří půda bez rostlinného pokryvu, půda s rostlinami určených k zelenému hnojení nebo půda na které probíhá přirozená obnova (Panagos et al. 2015). Erozi lze snížit zatravňováním nebo ponecháním rostlinných zbytků na půdě (Panagos et al. 2015; Li & Fang 2016). Rostlinné zbytky napomáhají lepšímu vsakování vody do půdy, zpomalují odtok povrchové vody a tím snižují riziko plošné a rýhové eroze až o 12 % (Panagos et al. 2015).

6.1 Podpora diverzity na orné půdě

Zájemci, kteří chtějí zvýšit rostlinnou diverzitu na orné půdě, mohou využít dotaci z Programu rozvoje venkova. Tento program zahrnuje agroenvironmentálně-klimatické opatření, jehož součástí je zatravňování orné půdy (VeJVodová 2016a). Při zatravňování je snahou zpomalit vodu odtékající z orné půdy, zvýšit zadržování vody v krajině a snížit riziko eroze půdy (AOPK ČR 2022). Minimální výměra orné půdy pro uplatnění dotace je 0,5 ha. Lze si vybrat ze 3 typů směsí. Prvním typem je běžná směs, jejíž výše roční podpory je 310 EUR·ha⁻¹. Druhým typem je druhově bohatá směs a zatravnění touto směsí je ročně podporováno 346 EUR·ha⁻¹. Nejvyšší finanční podpora je vynakládána na zatravnění regionální směsí, u které činí roční podpora 400 EUR·ha⁻¹. Tyto údaje platily v programovém období 2014–2020 (VeJVodová 2016a).

Další možností, jak lze zvýšit biologickou diverzitu na orné půdě je zakládání biopásů. Jedná se o další agroenvironmentální opatření Programu rozvoje venkova (Havlát 2007). Biopás je porost umístěný na okraji nebo uvnitř orné půdy. V krajině mají biopásy pozitivní vliv na faunu i flóru a plní několik důležitých funkcí (VeJVodová 2016b). Biopásy chrání půdu před erozí a podporují biologickou rozmanitost. Druhová rozmanitost biopásů je podporována hlavně díky minimálnímu zásahu člověka. Biopásy nesmějí být chemicky ošetřovány a upravovány zemědělskou technikou. Díky bezzásahovosti a neobdělávání těchto biotopů jsou zde vytvořeny ideální podmínky umožňující pohyb, odpočinek nebo hledání potravy pro zvěř (Šálek et al. 2018).

Pro získání dotace musí být biopás dlouhý minimálně 30 metrů. V programovém období 2014–2020 byla výše roční podpory 670 EUR·ha⁻¹ u krmného biopásu a 591 EUR·ha⁻¹ u nektarodárného biopásu. Při využití dotace má každý z těchto dvou typů jasně předepsané plodiny, které musí travino-bylinná směs obsahovat (VeJVodová 2016b).

7 Les

Existuje několik definic lesa. Podle většiny autorů jsou lesy definovány jako celosvětové ekosystémy, které se vyskytují v různých podobách, v nichž převládajícími životními formami jsou stromy s hraniční hodnotou vzájemného dotyku 30 % (Plesník & Roth 2004). Stromy jsou nedílnou součástí života na Zemi. Zamezují erozi půdy a zvyšují diverzitu (Sithole & Agholor 2021). Lesy nejsou přirozeným prostředím pouze pro stromy, najdeme tam různé druhy rostlin, hub, živočichů nebo mikroorganismů (Plesník & Roth 2004).

V ČR dochází k úbytku jehličnatých stromů, naopak listnatých přibývá. Největší zastoupení z jehličnatých stromů má v ČR *Picea abies*, který k roku 2020 zaujímal přibližně 48,8 % celkové výměry lesních dřevin, z listnatých stromů to je *Fagus sylvatica* a jeho výměra byla k roku 2020 zhruba 9 % (Ministerstvo zemědělství 2020a).

7.1 Degradovaný les

Pod pojmem degradovaný les se skrývá několik definic. Může se jednat o erozi půdy, zasolování či odvodnění rašelinišť nebo mokřadů (Ghazoul et al. 2015). V dnešní době existuje více než 50 vymezení pojmů degradovaný les a degradace lesa. Degradace lesů je všude na

zemi chápána jako závažný environmentální, sociální a ekonomický problém. Hlavními důvody degradace lesů jsou z 52 % těžba dřeva, z 31 % těžba palivového dřeva a dřevěného uhlí, z 9 % můžou za degradaci nekontrolované lesní požáry a v neposlední řadě dochází ze 7 % k přeměně vymýcených lesních ploch na pastviny. Díky těmto příčinám dochází k výraznému poklesu diverzity a dále se mění struktura a dynamika lesa. Většinou se jedná o nevratné stádium, kdy se les již není schopen vzpamatovat (Vásquez-Grandón et al. 2018).

8 Odlesňování

Pojem odlesňování, taktéž deforestation, znamená přeměnu lesní plochy na plochu s jiným účelem, například přeměnu lesa na ornou půdu nebo poušť (Tejaswi 2007). Jedná se o odstranění stromového pokryvu, který sebou nese problémy spojené například se ztrátou uhlíku, biomasy nebo druhové bohatosti (Kaimowitz & Angelsen 1998) a tímto procesem může dojít k vymírání některých druhů (Sithole & Agholor 2021). Odlesňování je jedním z hlavních problémů lidské činnosti dvacátého století (Oral 2020). Kácení stromů způsobuje degradaci půdy, která je vyvolána přírodními jevy (vítr, požár, choroby rostlin) nebo lidskou činností (Sithole & Agholor 2021).

K odlesňování nejrozsáhlejších ploch na zemi dochází po celý rok v Amazonii, kde se nachází největší tropický deštný les (Sierra et al. 2021). Deštné lesy jsou domovem pro velké množství organismů, díky čemuž se stávají nejbohatším suchozemským biotem na světě (Weigerová & Zemanová 2003). Při kácení těchto lesů dochází k degradaci půdy. Plocha degradovaných lesů v tropech činí asi okolo 500 milionů hektarů (Ghazoul et al. 2015). Z důvodu mělké půdy, nedostatku živin a velkému sklonu k erodovatelnosti půdy po odlesnění, jsou lesy náchylné k poškození. Odhaduje se, že každý rok přijde tropický deštný les zhruba o 150 tis. km² svého území (Primack et al. 2011). Úbytkem takto velké plochy dochází ke změně klimatu a snižování druhové rozmanitosti (Sierra et al. 2021). Odlesňování způsobuje obavy z navýšení emise CO₂ a globálního oteplování (Tovar et al. 2021). Oteplováním atmosféry může docházet ke zvýšení hladiny moře a následným zaplavením některých oblastí. Masivnímu odlesňování přispívá zejména člověk svojí hospodářskou činností. Poptávka po rostlinných a živočišných produktech, jako je například káva, čokoláda nebo hovězí maso vede ke zničení zalesněné plochy (Primack et al. 2011).

8.1 Hlavní příčiny odlesňování v České republice

V ČR bylo v roce 2020 vytěženo zhruba 35,75 mil m³ surového dřeva, přičemž z 95 % se jednalo o nahodilou těžbu (Ministerstvo zemědělství 2021). Nahodilá těžba je těžba, která vzniká v lesích v důsledku působení škodlivých činitelů (vítr, sníh, námraza, hmyzí škůdci, houbové choroby apod.) (Lesy ČR 2022). Nahodilé těžby jsou ovlivňovány biotickými a abiotickými vlivy (Ministerstvo zemědělství 2021). Mezi abiotické činitele patří například sucho, díky kterému stromy usychají nebo vítr, který stromy láme. Nejdůležitějším biotickým činitelem je kůrvec, který napadá hlavně jehličnaté stromy, zejména *Picea* sp. (Valentíková 2021).

Tabulka 1: Nahodilá těžba podle druhu (mil. m³)

Rok	Nahodilá těžba (mil. m ³)				
	živelní	exhalační	hmyzová	ostatní	celkem
2010	4,08	0,02	1,79	0,57	6,46
2011	2,17	0,02	1,05	0,58	3,82
2012	1,70	0,02	0,79	0,73	3,24
2013	2,28	0,02	1,05	0,90	4,25
2014	2,46	0,02	1,13	0,92	4,53
2015	4,39	0,02	2,31	1,43	8,15
2016	2,64	0,03	4,42	2,31	9,40
2017	4,35	0,02	5,85	1,52	11,74
2018	8,38	0,02	13,06	1,55	23,01
2019	5,88	0,02	22,78	2,26	30,94
2020	4,60	0,01	26,24	3,06	33,91

Zdroj: Ministersvo zemědělství 2021

8.1.1 Lýkožrout smrkový

Ips typographus, většinou známý pod názvem kůrovec, je malý agresivní hmyz celosvětově rozšířený v jehličnatých lesích, který napadá především stromy stresované suchem (Sommerfeld et al. 2020). Lýkožrouti se objevili před 280 miliony let a dnes se řadí se svými 7,5 tisíci druhy k nejpočetnějším ze skupiny hmyzu (Lieutier et al. 2016). Jako první na větve stromů či kmen přilétnou samečci, kteří začnou produkovat tzv. agregační feromony, aby přilákali ostatní. Těmito feromony přilákají ostatní kůrovce a společně napadnou strom. Při hromadném útoku dokáží samečci poznat vhodného hostitele (Ryan et al. 2015). Díky dobře vyvinutému čichu dokáží feromony cítit na kilometry daleko. Poté začnou společně skrz kůru provrtávat otvor, kde později dochází k páření a kladení vajíček (Lieutier et al. 2016). Vědci se nemohou shodnout na počtu kladených vajíček, v průměru se jedná asi o 60 vajíček. Počet se odvíjí od různých faktorů a závisí například na nadmořské výšce nebo sesterském rojení, což znamená přelet samic na stejný nebo jiný strom (Matoušek et al. 2012). Vylíhnuté larvy si hlodají chodbičky a živí se lýkem. Vývoj kůrovce je poměrně rychlý, cca 7–10 týdnů trvá růst od vajíčka po dospělce (Lieutier et al. 2016). V jednom napadeném stromu může být dle odhadů až 75 tisíc škůdců, kteří v dutinách stromů přečkávají zimu (Ústav experimentální botaniky AV ČR 2020).

8.1.2 Kůrovcová kalamita

Jedním z hlavních důvodů rozsáhlého šíření kůrovce u nás je sucho. Sucho můžeme popsat jako náhodný přírodní jev, který je způsobný nedostatkem srážek. Sucho společně s nedostatkem vody může způsobovat negativní dopady na zemědělství. Negativním dopadem může být například pokles plochy mokřadů, snížení biodiverzity či degradace půdy spojená především s vodní erozí (Ministerstvo zemědělství 2020b). Porosty, které trpí suchem jsou oslabeny a tím pádem více lákají kůrovce, který stromy napadá (Zahradník & Knížek 2016). V ČR se s nejmenším úhrnem srážek potýká střední a severní Morava. V těchto oblastech dochází k největším škodám způsobených suchem u nás (Novotný & Šrámek 2016). Nedostatečné množství vláhy vadí především *Picea* sp. (Pospíšil 2018). Dalšími jehličnatými stromy, u kterých vznikají souše z nedostatku vláhy mohou být *Larix* sp. či *Abies* sp. Z listnatých stromů je to především *Quercus* sp. a *Fraxinus* sp. (Zavrtálek 2016). *Picea abies* díky mělkým kořenům neumí správně využívat dostupnou podzemní vodu. Při nedostatečném množství vláhy, tj. pod 600 milimetrů za rok říkáme, že je stresovaný suchem. Takové stromy, mají výrazně sníženou obranyschopnost a jsou snáze napadnutelné houbovými chorobami nebo škodlivými organismy mezi které kůrovec patří (Pospíšil 2018). S obdobím sucha souvisí také chřadnutí stromů. Chřadnutí se u *Picea* sp. projevuje žloutnutím asimilačních orgánů a odlisťováním. Kromě těchto negativních dopadů dochází v konečné fázi k celkovému odumírání. Sucho není jediný faktor, který může za chřadnutí. Může tomu napomáhat také špatný zdravotní stav půd, nedostatek živin nebo výrazné teplotní odchylky (Dušek et al. 2017).

Velká kůrovcová kalamita postihla například v roce 2007 Šumavu, kde se kůrovec rozšířil, hlavně kvůli orkánu Kyrill (Bílek 2012). V roce 2010 došlo na území NP Šumava k napadení více než 500 000 *Picea* sp., které následně uschly. Dalších 350 000 stromů muselo být preventivně vykáceno (Chalupa et al. 2011). Rakousko se zase potýká s problémem přemnožení kůrovce ve vyšších nadmořských výškách. Problémem je, že do těchto strmých vyšších poloh se hůře dostává technika. Zabránění v šíření je tím pádem složitější (Valenta 2011). Vhodným opatřením k zabránění šíření kůrovce bývá změna druhového složení pokryvu. Místo *Picea* sp. se vysazují *Abies* sp. nebo listnaté stromy, ve kterých se kůrovec příliš nešíří. Hlavní výhodou *Abies* sp. je jejich hluboká kořenová soustava. Díky svým kořenům umí půdu dobře prokořeňovat a jsou odolné vůči větru (Košulič 2010).

Rozlišujeme 3 fáze závažnosti napadení jehličnatých stromů kůrovcem. Prvotní fáze se nazývá zelená, při které nejsou vidět žádné příznaky napadení. Druhá fáze neboli červená je viditelná, a to hlavně díky změně barvy jehličí, může trvat 1–2 roky. Poslední fáze, tedy nejzávažnější, je fáze šedá, při které je již strom bez jehličí (Hlásny et al. 2019).

8.1.3 Dopady napadení kůrovcem

Kůrovcová kalamita v lese znamená jediné, a to velké ztráty, především v dalších letech po napadení stromů. Kůrovcové kalamity bezprostředně mění vzhled a strukturu lesa. Dochází ke snížení produkce a zvyšují se náklady na obnovu lesa. Ve většině zemí střední Evropy je *Picea abies* nejrozšířenější dřevinou, a proto má kůrovcová kalamita značné dopady na ekonomiku a ovlivňuje celý mezinárodní trh se dřevem (Hlásny et al. 2021). Absence stromů zvyšuje riziko vodní eroze, jelikož stromy nemohou zachytit vodu svými kořeny (Hlásny et al.

2019). Kůrovcová kalamita ve střední Evropě narušila diverzitu krajiny a došlo ke změně druhové skladby. Napadené *Picea* sp. se nahrazují *Fagus sylvatica* a *Abies alba* (Sommerfeld et al. 2020). Smíšené lesy jsou možným řešením, jak zabránit nebo alespoň zmírnit nápor kůrovce (Valentíková, 2021).

8.1.4 Dřevo po napadení kůrovcem

Samotný zásah kůrovce nemá většinou na napadené dřevo veliký negativní vliv, jelikož svou činností poruší pouze zhruba 3 mm dřeva. Největší hrozba pro dřevo, která je zapříčiněna kůrovcem, je napadení symbiotickými houbami, které hmyz do stromu vnáší. Míra degradace dřeva po napadení houbami závisí na mnoha faktorech, jako je například délka doby, po kterou je houba ve dřevě usazena, vlhkost dřeva, druh houby nebo její umístění ve dřevě. Tyto negativní vlivy mohou u dřeva vyvolat změnu fyzikálních a mechanických vlastností (Hýsek et al., 2021). Stromy postihnuté kůrovcem není možné zachránit. Napadené stromy se musí co nejrychleji pokácet a následně dochází k asanaci kůrovcového dřeva (Zahradník & Knížek 2016). Asanace zahrnuje například pálení dřeva, odkorňování (loupání kůry) nebo použití přípravků na hubení hmyzu (Lubojacký 2018).

Mrtvé stromy po napadením kůrovce plní několik rolí, které mohou být pro ekosystém přínosem. Dutiny stromů mohou sloužit jako úkryt některým organismům. Takto vzniklé útočiště patří v přírodě k druhově nejbohatším. Dalším pozitivem mrtvého dřeva může být schopnost zadržovat vodu nebo dodávat půdě živiny (Doležalová & Horák 2010).

8.1.5 Vítr

Jedním z nejzásadnějších abiotických poškození lesa v Evropě je vítr, který způsobuje polomy a vyvracení stromů (Pawlik & Harrison 2022). Jedná se o typickou disturbanci, která způsobuje velké škody, především pak po rozšíření kůrovce (Vacek et al. 2018). Vítr vzniká rozdílem tlaků vzduchu a větší rozdíl znamená silnější vítr. Síla větru ovlivňuje směr, rychlost a míru poškození. Škody vzniklé během silného větru mohou být na různých místech odlišné. Závisí však na půdních vlastnostech, druhové skladbě, stáří, výšce a zdravotním stavu stromů (Pawlik & Harrison 2022).

8.1.5.1 Orkán Kyrill

V roce 2007 se přes ČR přehnal orkán Kyrill o rychlosti až $60 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, který způsobil značné škody. Hostýnek et al. (2008) uvádějí, že právě Kyrill je považován za nejhorší evropskou přírodní katastrofu od roku 1999 (Hostýnek et al. 2008). Nejvíce orkán zasáhl jih, jihozápad a západ ČR (Knížek et al. 2007). Bylo zničeno asi okolo $5,5 \text{ mil m}^3$ dřeva, téměř na celém území naší republiky (Dolejský 2007). Z důvodu možného rozšíření kůrovce se Lesy ČR rozhodly nainstalovat přibližně 42 tisíc feromonových lapačů a 178 tisíc lapáků (Lesy ČR 2008a).

Po ničivé katastrofě byl v Krkonoších proveden výzkum ve smrkových porostech, který sledoval vývoj sekundární sukcese na kalamitních holinách. Studie trvala 10 let a cílem bylo zaznamenat typ pokryvu, četnost a množství odumřelé dřevní hmoty. Počet jedinců vzniklých přirozenou obnovou byl v roce 2014 oproti roku 2007 vyšší o 50 až 198 %. V porostu měl

nejmenší zastoupení *Picea abies*, naopak nejvíce se objevovaly listnaté stromy, především *Betula pendula*. Dále bylo zjištěno, že odumřelé dřevo ponechané na holině pozitivně působí na přirozenou obnovu (Vacek et al. 2018).

8.1.5.2 Vichřice Emma

V roce 2008 zasáhla Evropu vichřice Emma. Oproti orkánu Kyrill byla mírnější a způsobila menší škody. Na stanici Labská bouda v Krkonoších byly naměřeny nárazy větru okolo $54,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (Brázdil et al. 2018). Na celém území republiky byly poničeny necelé 2 mil. m^3 dřeva (Lesy ČR 2008b).

8.1.6 Lesní požáry

Lesní požáry nejsou v ČR příliš běžné jako třeba v jižní Evropě. I přes to se ale na našem území vyskytují a jsou považovány za hrozbu (Berčák et al. 2018). Požáry v lesích totiž narušují stabilitu celého lesního ekosystémů (Kula & Jankovská 2013). Za rok 2020 bylo v ČR evidováno 2081 lesních požárů, jejichž celková škoda přesáhla 18,5 mil. Kč. Při těchto požárech bylo zničeno přibližně 484 ha lesní plochy (Nedělníková 2021). Nejčastější příčinou vzniku požárů je lidská neopatrnost v podobě odhození nedopalku od cigarety, nebo zakládání ohňů v blízkosti lesů (Machander 2016). Nejnebezpečnějším druhem požáru je požár v korunách stromů, který se rychle šíří. Důležitým faktorem, ovlivňující jeho šíření jsou především povětrnostní podmínky. Čím je vítr silnější, tím rychleji se oheň šíří. Mezi další faktory přispívající ke vzniku požárů patří expozice terénu, svažítost pozemku a nadmořská výška (Pecl et al. 2021). Na požár má vliv také teplota vzduchu a obsah vody v půdě, které mohou ovlivnit frekvenci ohně (Možný et al. 2020). Stromy zasažené ohněm lákají některé saproxylické druhy, které žijí v blízkosti nebo uvnitř mrtvého dřeva. Příkladem takového druhu je *Melanophila acuminata*, který uvnitř dutiny naklade vajíčka a následně se rozmnoží (Kula & Jankovská 2013). Největší lesní požár byl zaznamenán v roce 2012 na Hodonínsku u města Bzenec, kdy shořelo necelých 175 ha lesa (Možný et al. 2020).

8.2 Kalamitní holiny

Kalamitní holiny jsou lesní mýtiny, které vznikly v důsledku odlesňování. Po vykácení jehličnatých lesů napadených lýkožroutem, vzniklo mezi lety 2016 až 2020 v ČR necelých 150 000 ha nezalesněných holin. Snahou je tyto holiny v příštích letech zalesnit. Zároveň ale přibývají holiny nové a tím se jejich rozloha zvětšuje (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti 2021). Po odlesnění vznikne holina s nechráněnou půdou, která díky ztrátě živin z lesního porostu degraduje. Největší množství recyklace živin v půdě zajišťují kořeny stromů a symbiotické houby. Půda s ubývajícím množstvím živin ztrácí své vlastnosti, mezi které patří například zadržování vody a začíná se stávat neúrodnou. Půda na holinách je velice náchylná na jakékoliv klimatické podmínky a může se stát extrémně suchou z důvodu nedostatečného vytváření stínu pomocí stromů a porostu, nebo naopak extrémně promáčenou z důvodu nadměrných srážek a neschopnosti půdy se s takovým množstvím vypořádat (Rotter 2019).

8.2.1 Drobní savci na holinách

Nedílnou součástí lesů jsou i drobní savci, kteří mají na les a jeho celkovou strukturu vliv. Z lesnického hlediska dokáží všechny druhy drobných zemních savců významně ovlivnit obnovu lesa. Do této skupiny savců, kteří ovlivňují strukturu lesa patří zejména hlodavci, kteří ničí mladé stromky. Mezi nejrozšířenější druhy hlodavců na území ČR patří například *Microtus arvalis*, *Microtus agrestis*, *Apodemus flavicollis* nebo *Myodes glareolus* (Suchomel et al. 2009).

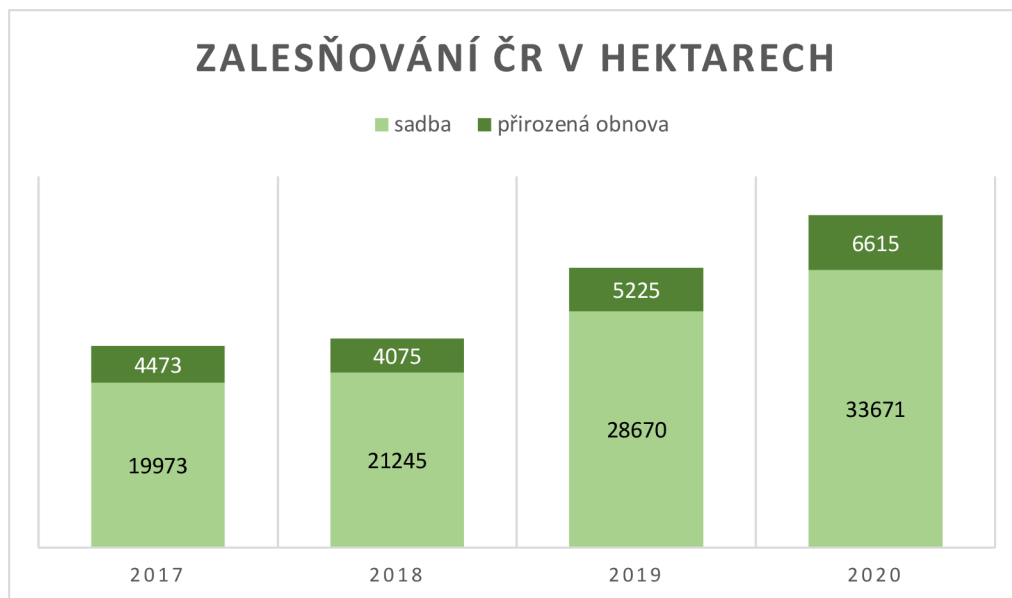
Microtus arvalis je jedním z nejvýznamnějších drobných škůdců lesa. Na území ČR se vyskytuje od nížin až po horská lesní stanoviště s převládajícími trávami v bylinném patře. Nejčastěji však poškozuje mladé stromky do 5 let od jejich umělé výsadby. *Microtus arvalis* se živí semenáčky a kůrou z mladých stromků. Odstraněním kůry ze stromu se strom stává náchylnější k proniknutí patogenu dovnitř, a také dochází k jeho vysychání. V letech 2007–2011 byl v ČR proveden výzkum, který zjišťoval, jak velké škody napáchá a jaké stromy nejvíce napadá. Po celé republice bylo v hospodářských lesích vybráno 10 lokalit na kterých výzkum probíhal. V každé lokalitě byla ohraničena holina do 2 ha a následně na ní byly vysazeny sazenice jedné dřeviny pocházejících z lesních školek. Celkem bylo vysázeno 31 050 stromků. Monitoring probíhal po dobu 4 let a poté byly vyhodnoceny výsledky. Bylo zjištěno, že ze všech uměle vysazených stromků na holinách jich nepřežilo 366 (1,2 %). Nejčastějším důvodem úhynu byly abiotické vlivy (sucho, mrazy), až teprve druhým důvodem úhynu bylo odstranění kůry od *Microtus arvalis*. *Microtus arvalis* nejvíce napadal holiny v listnatých lesích. Nejčastěji napadenou dřevinou byl *Sorbus aucuparia*. Nejméně napadal *Picea abies*, ačkoliv to byla nejvíce vysazovaná dřevina. Možným řešením, jak zabránit škodám způsobených tímto hlodavcem je oplocení stromků, to ale bohužel díky jejich malé velikosti není přínosné (Prokešová et al. 2018). Druhý výzkum byl proveden v roce 2007–2008 v horských oblastech Jeseníků a Beskyd. Cílem bylo zjistit počet drobných hlodavců na uměle zalesněných holinách. V rámci výzkumu bylo na obou studijních plochách vytvořeno 18 monitorovacích míst, které se lišily stářím a strukturou stanoviště. Na území byly nastraženy pasti, pomocí kterých se hlodavci odchyťovali. Výsledkem práce bylo zjištění, že na obou lokalitách bylo celkové množství podobné, avšak s různou dominancí druhů. V jehličnatých porostech byl nejdominantnějším druhem *Myodes glareolus*, zatímco v porostu s převahou listnatých stromů se více vyskytoval *Apodemus flavicollis*. Dále bylo zjištěno, že na množství hlodavců měla významný vliv hustota bylinného patra, která poskytuje hlodavcům úkryt (Suchomel et al. 2009).

8.2.2 Obnova na kalamitních holinách

Podle Košuliče (2008) se vznik nového lesa na holině nazývá sukcesí (Košulič 2008). Dle lesního zákona č. 289/1995 Sb. se musí holiny na lesních pozemcích do 2 let zalesnit. Tato doba může být však v odůvodněných případech prodloužena. Schvalování požadavků vyřizuje orgán státní správy lesů (Zákon č. 289/1995 Sb. 1995). V roce 2020 byla například dvouletá lhůta prodloužena pro všechny vlastníky lesa. Důvodem byly rozšiřující se kalamitní holiny v ČR. Žadateli se lhůta prodloužila o 3 roky, a to v případě, že se jednalo o holiny vzniklé nahodilou těžbou (Ministerstvo zemědělství 2020).

Při obnově kalamitních holin si můžeme vybrat, jak chceme holiny obnovit. Na výběr je z umělé či přirozené obnovy. Před zahájením obnovy lesa je důležité uvědomit si vlastnosti pozemku a podle toho volit vhodný typ obnovy. Ne vždy se dají holiny přirozeně obnovit. Důvodem mohou být velké kalamitní plochy, na které z okolí nemohou nalétnout žádná semena, jelikož byly všechny stromy odlesněny (Stanturf et al. 2014).

Graf 1: Zalesňování v ČR



Zdroj: <https://www.czso.cz/csu/czso/lesnictvi>

8.2.2.1 Umělá obnova

Pokud nechceme nechat holiny samovolně obnovit, můžeme zvolit umělou výsadbu tzv. přípravných dřevin (Valentíková 2021). Mezi přípravné dřeviny patří například *Betula* sp., *Sorbus* sp. nebo *Alnus* sp., které jsou charakteristické rychlým růstem (Kozel 2012). Takovým dřevinám se říká pionýrské a jsou odolné vůči okolnímu stresu. Tyto stromy dokáží obnovit vyčerpanou půdu svými kořeny a spadlým listím (Valentíková 2021).

Většina jehličnatých lesů v ČR byla založena umělou obnovou v 19. století (Hofmeister et al. 2008). Výhodou umělé obnovy je možnost výběru druhové skladby. Dalšími výhodami mohou být volba kvalitnějšího reprodukčního materiálu nebo libovolné vzdálenosti mezi sazenicemi (Kupka 2004). Při výsadbě sazenic je důležité dbát na velikost mezer. Malé mezery jsou vhodné pro dřeviny, které jsou odolné vůči stínu. Takovou dřevinou je například *Fagus sylvatica*. Velké mezery přinášejí výhody spojené s regenerací stromů nebo druhovou rozmanitostí bylin, které rostou v mezerách. Ve středoevropských smíšených lesích v mezerách rostou byliny jako je *Carex sylvatica*, *Luzula campestris* nebo *Urtica dioica*. Například *Lactuca serriola* nenajdeme ve velkých mezerách, ale pouze v malých (Hammond et al. 2020). Nevýhodou umělé obnovy může být výběr nevhodného druhu pro dané stanoviště, náklady spojené s pěstováním sazenic nebo porušení kořenového systému při přesazování stromku ze školky. Z tohoto důvodu trpí uměle vysazené stromy často suchem (Kupka 2004).

8.2.2.2 Přirozená obnova

Přirozenou obnovu lze také nazvat pojmem sukcese, jedná se o změny v ekosystému, kdy dochází k vývoji, nebo nahrazování původních druhů jinými druhy (Šarapatka et al. 2010; Swanson et al. 2011). Sukcese začíná disturbancí a končí klimaxem. Klimaxem se stává ve střední Evropě většinou les, což znamená, že vegetace bez pokryvu vždy směřuje k zalesnění. (Šarapatka et al. 2010). Vegetace narušena sukcesí se pomalu přeměňuje. Průběh a doba trvání záleží například na typu půdy nebo biotopu (Novák et al. 2010). K úspěšné přirozené obnově na holinách je zapotřebí dostatečné množství semen, sazenic, vajíček nebo organismů, které přežijí disturbanci (Swanson et al. 2011; Malík et al. 2014). Lesy vzniklé přirozenou obnovou se vyvíjí samovolně bez zásahu člověka. V takových podmínkách přežijí jen silní jedinci, kteří mají dostatek tepla, světla a živin (Kahuda 2011). Výborné světelné podmínky jsou příležitostí pro růst vytrvalých druhů trav, především *Calamagrostis arundinacea* nebo *Calamagrostis villosa*. Vyznačují se rychlým růstem a hustým porostem. Hustý porost *Calamagrostis* sp. však brání semenáčkům přípravných dřevin v uchycení se na holinách. Zároveň má ale *Calamagrostis* sp. pozitivní vliv na půdu. Zmírňuje okyselení půdy nebo zadržují dusík v biomase (Fiala et al. 2005). Podle autora Pyšek (1994), který zkoumal vznik dominantních druhů plevelů rozšířených na holinách v Krušných horách bylo zjištěno, že dominantní druh je nejvíce závislý na půdních vlastnostech. Prvních pět let byla hlavním kolonizátorem *Calamagrostis villosa*, která vyžaduje hluboké a na humus bohaté půdy. Postupem času byla *Calamagrostis villosa* nahrazena *Deschampsia flexuosa*, zřejmě z důvodu nízkého obsahu organické hmoty v půdě (Pyšek 1994).

Rozlišujeme 2 typy sukcese:

- **Primární sukcese** – výskyt není příliš častý. Je charakteristická pro nově vzniklá místa. Vegetace se vyvíjí spontánně bez diaspor (semena, výtrusy atd.) a živin v půdě (Šarapatka et al. 2010). Průběh vývoje je závislý na množství diaspor a vzdálenosti od nejbližšího ekosystému z okolí. Příkladem primární sukcese mohou být výsypky po těžbě uhlí. Rozmanitost půd na výsypkách je velká a mohou se na nich vyskytovat téměř veškeré druhy půd. U nás se rozlehlé plochy s výsypkami nacházejí především na severu ČR pod Krušnými horami (Hendrychová 2008).
- **Sekundární sukcese** – oproti primární sukcesí je častější. Probíhá na stanovištích s dostatkem živin a diaspor. Pro sekundární sukcesí je důležitý vyvážený stav mezi biotickými a abiotickými složkami přírody (Novák et al. 2010). V počáteční fázi sekundární sukcese dochází k velkým ztrátám živin. Podílejí se na tom půdní mikroorganismy, kteří zapříčiní, že dochází k mineralizaci humusu a rozkladu organické hmoty (Fiala et al. 2005).

Podle výzkumu, který porovnával sukcesí dřevin na stanovištích vytvořených člověkem v ČR a Maďarsku není v zastoupení dřevin na stanovištích žádný významný rozdíl (Hendrychová 2008).

Samovolná sukcese má pět stádií, kdy na úplném konci dojde k zalesnění daného stanoviště. V 1. a 2. stádiu je vegetace tvořena především ruderalními druhy (Novák et al. 2010). Těmi mohou být například *Lolium perenne*, *Plantago major*, *Urtica dioica* nebo *Capsella bursa-pastoris* (Chytrý et al. 2009). Ve 3. fázi se začínají tvořit travní a travino-bylinná společenstva (Novák et al. 2010). Mohli bychom tam najít druhy jako *Poa trivialis*, *Agrostis capillaris* nebo *Elytrigia repens* (Chytrý et al. 2010). V předposlední fázi se začíná utvářet travní porost, který spontánně a bez zásahu člověka přechází do klimaxového stádia. Výsledkem jsou původní druhy dřevin. Hustota zalesnění závisí na síle větru, díky kterému se semena roznáší (Novák et al. 2010).

Největší výhodou přirozené obnovy jsou nulové náklady na založení porostu. Dalšími výhodami mohou být například zvýšení rostlinné diverzity, schopnost přizpůsobit se lépe místním podmínkám nebo vyšší pravděpodobnost výskytu vzácných druhů (Prach 2006). Podstatnou výhodou je také kořenový systém, který se od počátku samovolně vyvíjí a není ohrožen deformacemi (Kupka 2004). Nevýhodou přirozené obnovy je delší doba vývoje porostu nebo malé množství produkce biomasy (Prach 2006).

9 Eroze

Jedním z hlavních způsobů degradace půdy je eroze. Výraz eroze je odvozen z latinského „erodere“, což v překladu znamená rozhlodávat. Při erozi dochází k rozrušování půdního povrchu a transportu půdních částic díky působení okolních sil, jako jsou voda, vítr či led. Přesun částic z původního místa na místo jiné se nazývá sedimentace (Urbánková et al. 2015). Kvůli přesunu půdních částic, živin a organické hmoty, dochází ke zpomalování nebo dokonce bránění normálního vývoje rostlin. To má většinou za následek zvyšování výrobních nákladů a omezování toho, co lze a co nelze pěstovat (Telles et al. 2011). Půda je nenahraditelný zdroj a člověk by ji měl chránit. Proces vytváření nové vrstvy půdy, která je 2–3 cm vysoká, zabere zhruba 200 až 1000 let. Eroze způsobuje několik negativních vlivů na půdu, jako je například ochuzení o svrchní vrstvu půdy, která je jednou z nejurodnějších částí půdy. Dalším negativním vlivem je zhoršování fyzikálně-chemických vlastností půdy, které mohou zvyšovat štěrkovitost nebo poškozovat zasazené semenáčky (Vopravil et al. 2009).

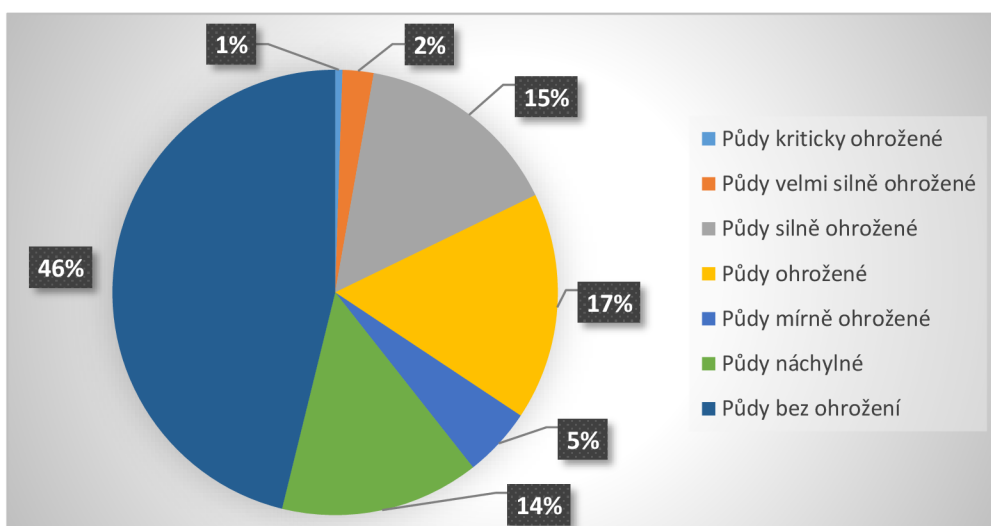
Z hlediska zásahu člověka do krajiny vnímáme dva typy eroze, a to přirozenou a zrychlenou. Přirozená neboli geologická je taková, která je pouhým okem nepozorovatelná a dochází při ní k přirozené a postupné přeměně krajiny, bez zásahu člověka. Oproti tomu eroze zrychlená má negativní vliv a vzniká nesprávným hospodařením, při kterém dochází k rychlému smyvu půdních částic (Urbánková et al. 2015). V ČR byl proveden výzkum zabývající se citlivostí zemědělské půdy na degradaci. Hodnotilo se celkem 15 aspektů mezi kterými byly například průměrné roční srážky, hloubka půdy, rostlinný kryt nebo odolnost vegetace vůči erozi půdy. Na základě vyhodnocených dat bylo zjištěno, že v ČR je 38 % půd označovaných jako křehkých, 50 % kritických a 11 % vysoce kritických. Zbývající procento nebylo hodnoceno (Pechanec et al. 2021).

Podle Holého (1994) dělíme erozi podle činitele na:

- Vodní erozi
- Ledovcovou erozi
- Sněhovou erozi
- Větrnou erozi
- Zemní erozi
- Antropogenní erozi

Všechny z uvedených druhů se mohou vyskytovat samostatně nebo v kombinaci, díky čemuž se zvyšuje a urychluje síla eroze (Holý 1994). Ornou půdu v ČR nejvíce postihuje vodní eroze, a to z 51 %, dále pak ze 14 % eroze větrná (Sklenička et al. 2022).

Graf 2: Znárodnění ohrožení půdy České republiky vodní erozí v roce 2018



Zdroj: https://eagri.cz/public/web/file/611976/SVZ_Puda_11_2018.pdf

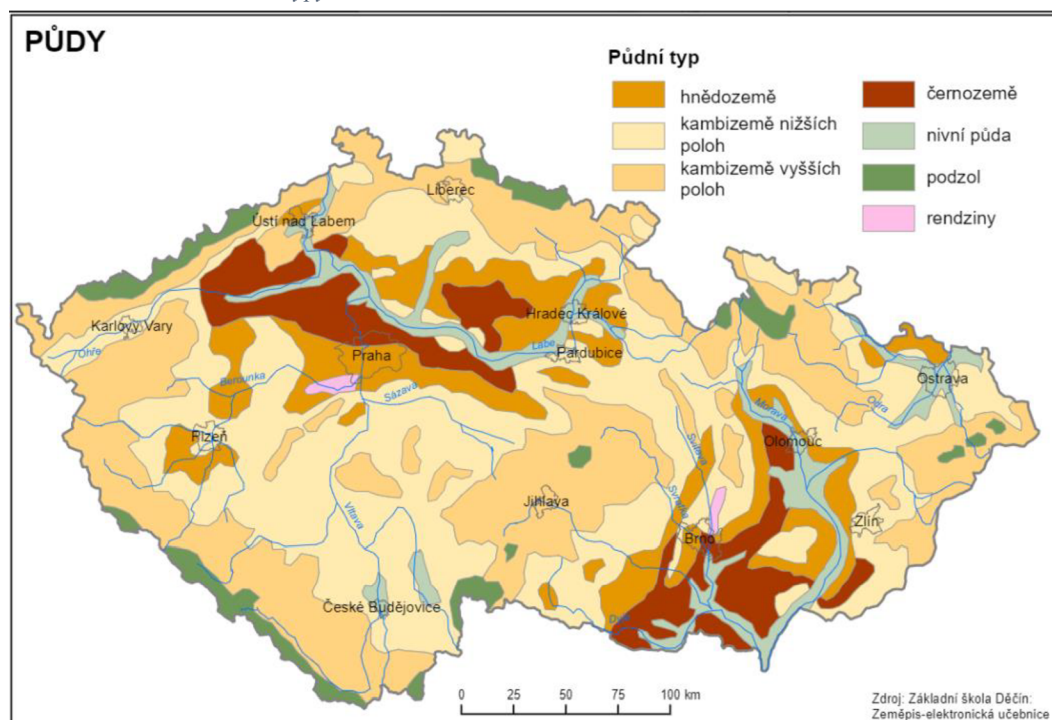
9.1 Vodní eroze

Vodní eroze patří mezi hlavní formy degradace půdy a způsobuje většinu problémů spojených se ztrátou a degradací půdy na světě. Vodní eroze je proces, při kterém dochází k rozrušování půdního povrchu pomocí kapek vody. Příčinou eroze bývá ve většině případů přivalový déšť, tání sněhu nebo průtok vody v korytech vodních toků (Centeri 2022).

Podle Brtnického (2012) lze vodní erozi rozdělit na plošnou a výmolovou (Brtnický et al. 2012). Plošná eroze je dominantní formou eroze, při které je půda erodována po celém území (Pimentel & Kounang 1998). Voda při tomto typu eroze narušuje půdní povrch a vyplavuje půdní částice. Plošná eroze se vyskytuje i při méně intenzivních deštích. Výmolová eroze, jak z názvu vyplývá vytváří výmoly hluboké a široké okolo 30–100 cm (Brtnický et al. 2012). Typem výmolové eroze je eroze rýhová, která ohrožuje především svažité pozemky. Hloubka rýh se odvíjí od sklonitosti pozemku nebo intenzity eroze (Nováková & Křeček 2006).

Na vodní erozi má velký vliv i podnebná oblast a půdní podmínky. V ČR se nacházejí tři podnebné oblasti: teplá, mírně teplá a chladná. Druh podnebné oblasti má vliv i na půdní podmínky. V teplých oblastech ČR se nachází převážně černozem a hnědozem. Naopak v chladnějších oblastech dominují kambizemě vyšších poloh a podzol (Svoboda 2007).

Obrázek 1: Půdní typy ČR



Zdroj: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pdf/js17/cesko_atlas/web/pages/09-pudy.html

9.1.1 Vodní eroze v lesích a na odlesněných pozemcích

Na vodní erozi má velký vliv sklonitost pozemku. Lesy se často nacházejí na svažitéch pozemcích, ale i přes to je vodní eroze v porovnání s ornou půdou v lesích malá (Panagos et al. 2015). Vodní eroze v lesích vzniká silným deštěm nebo rychlým táním sněhu a díky tomu je v ČR poškozeno okolo 5–10 % lesní půdy. O tom, jak bude eroze silná rozhoduje několik faktorů, kterými jsou například svažitost pozemku, zásahy člověka nebo druh vegetačního pokryvu (Buzek 2005). Čím je porost hustší, tím lépe je schopen zadržet vodu a zabraňuje vodní erozi (Centeri 2022). Člověk přispívá vodní erozi svým neopatrným chováním a leckdy neznalostí. Na podmáčených cestách by se neměla například používat těžká technika, poté by mohlo docházet ke vzniku výmolů, kde se zadržuje voda. Při odlesňování a následném odvážení dříví vzniká totiž riziko tzv. těžebně-dopravní eroze (Malkovský & Klč 2011) Tento typ eroze spočívá v uchycení svrchní půdy na stroje, které těžbu provádí. Povrch je ochuzen o svrchní vrstvu půdy, které je bohatá na živiny (Svobodová 2016). Těžká technika, která dříví odváží rozrušuje půdní povrch, při kterém se vytvářejí koleje a rýhy (Malkovský & Klč 2011). Dalším nesprávným postupem je vytváření skládek dřeva v blízkosti toků, kde se díky manipulaci se dřevem vytvářejí rýhy. Před manipulací se dřevem by se měl vytvořit plán, který bude říkat, jak budeme dřevo přemísťovat (Buzek 2005). Masivní zhutnění půdy při těžbě dřeva

na lesních půdách také napomáhá vodní erozi. Zhutňování půdy je fyzikální jev, jehož hlavní příčinou je tlaková síla, která působí na půdu a způsobuje její utužení. Důsledkem toho dochází ke špatné propustnosti vody, snížení kvality půdy nebo porušení kořenového systému. Po narušení kořenů se vytvoří prostor pro houbové choroby, které mají snazší přístup dovnitř (Batey 2009) Zhutnění nepříznivě působí nejenom na fyzikální, ale i chemické a biologické vlastnosti půdy. Půda přichází o organický uhlík, který je základním prvkem organické hmoty. Zhutnění může být přirozené nebo způsobené lidskými vlivy. Například u půd s vysokým obsahem jílu přetrvává spíše genetické zhutnění (Šarapatka & Bednář 2015).

Lesní půdy jsou specifické svým složením, jelikož největší a nejdůležitější částí půdy je humus. Humus vzniká postupným rozkladem organické hmoty a dělí se podle stádia rozkladu. Lesní půdy v ČR jsou převážně zastoupeny kambizemí, která zabírá více než 2/3 území. Aby se snížilo riziko vodní eroze na holinách, je dobré ponechat dřevní štěpku a kůru vytěžených stromů na ploše. Tento způsob napomáhá vytvořit humusový horizont a zároveň dochází k zpomalení odtoku povrchové vody (Kvítek & Tipl 2003).

9.2 Větrná eroze

Působením síly větru dochází k rozrušování půdního povrchu a přemísťování půdních částic a jejich následnému ukládání na jiné místo. K větrné erozi dochází nejčastěji na místech s velkým výskytem výparů, sucha, rychlými a extrémními změnami teploty nebo nestálými srážkami. Narušením vegetačního krytu dochází k odkrytí půdy, která následně vyschne a vítr jí lépe odnáší (Dufková 2008). Pohyb půdních částic se odvíjí od síly větru. Nejsilnější erozní účinky nastávají na nezalesněných plochách, kde větru nestojí nic v cestě (Riksen & Graff 2001).

Podle Janečka (2007) může pohyb částic při větrné erozi probíhat ve třech formách:

- pohyb nejjemnějších prachových částic, které jsou zvedány větrem
- půdní částice jsou přemísťovány tzv. skoky, dochází k přemísťování největšího množství půdní hmoty
- větší a těžší částice jsou sunuty po povrchu

První a druhou fázi vyvolává bouřlivé proudění přízemního větru, který má velkou energii a tím dokáže překonat gravitační sílu půdních částic. Třetí fáze vzniká tehdy, pokud energie klesne pod uvedenou mez (Janeček et al. 2007).

Na celém území ČR je nejvíce větrnou erozí zasažena oblast jižní Moravy. Důvodem je především mikroklíma, které je na jižní Moravě spíše teplé a suché. Zásahem člověka do přírody, například odlesňováním, dochází k silnějším projevům větrné eroze. Výsadbou řad dřevin, tzv. větrolamů dochází k ochraně vodní a větrné eroze nebo zvýšení diverzity (Podhrázká et al. 2015).

Písčité, rašelinové nebo sprašové půdní typy jsou vzhledem k lehkosti půdních částic nejohroženější větrnou erozí. Větrná eroze je problémem především velkých orných celků s kulturními plodinami, kde způsobuje značné ekonomické ztráty. Menší dopad má na vlhčí půdy, které vytvářejí půdní hroudy a ztěžují tak odnos ornice (Riksen & Graff 2001).

Eroze se vyskytuje po celý rok, neškodlivější je především na jaře po suché zimě (Dufková 2008).

10 Zatravnění

Zatravnění patří mezi alternativní způsoby hospodaření, který pomáhá omezovat erozi, zabraňuje rozšiřování nežádoucích druhů a vytváří příležitosti pro zvyšování biodiverzity. Tento způsob lze využít nejen na holinách a lesních porostech, ale také na porostech travních či na orné půdě.

Před založením každého porostu je důležité uvědomit si, co od něj očekáváme a čeho chceme docílit. Na lesních holinách bude funkce travního porostu pouze krátkodobá s cílem zmírnit erozi, omezit šíření nežádoucích druhů a podpořit rostlinnou diverzitu na holinách. Před založením dočasného porostu je vhodné vybírat druhy, které rychle rostou. Zároveň je třeba dbát na podmínky v území, na kterém chceme travní či travino-bylinnou směs vysévat. V našem případě se jedná o holiny, na kterých je půda obvykle suchá a chudá na živiny, proto musíme vybírat travní směs s druhy vhodnými na taková stanoviště.

Zatravnění plní několik důležitých funkcí, z nichž nejdůležitější je vzhledem k holinám funkce protierozní a hydrologická. Protierozní funkce se týká snížení dopadů eroze, a to především na svazích (Novák 2009). Travní porosty chrání půdu před vysycháním a díky svému kořenovému systému ji zpevňují a chrání před větrnou a vodní erozí (Li et al. 2021). Hustota kořenů a jejich typ má významný vliv na rychlost eroze. Záleží, zda se jedná o typ kořenového systému zvaný allorhizie nebo homorhizie. Rozdíl je v tom, že allorhizie má jeden hlavní kořen s vedlejšími kořeny a homorhizie má několik svazčitých kořenů. První typ kořene je běžný u nahosemenných a dvouděložných rostlin, zatímco druhý typ mají rostliny jednoděložné (Baets et al. 2007). Další důležitou funkcí je funkce hydrologická. Novák (2009) uvádí, že dobře zapojený travní porost má až o 10 % větší půdní pórovitost, oproti orné půdě, která vede k lepšímu vsakování vody. Zároveň hustý travní drn zpomaluje odtékající vodu z povrchu a funguje jako jakýsi filtr, který zachycuje nečistoty. Zachycené nečistoty se odstraňují následným sekáním nebo kosením. Také nesmíme zapomenout zmínit biodiverzitu. Travní či travino-bylinné porosty obohacují krajinu o rostlinné druhy. S tím souvisí i diverzita živočichů, které se v travních porostech vyskytují (Novák 2009).

Při výběru travní či travino-bylinné směsi vhodné na holiny je třeba také myslet na zvěř. Porost by měl být pro zvěř potravou, ale i úkrytem (Straková et al. 2018). V porostu se mohou vyskytovat jak léčivé druhy rostlin, tak druhy jedovaté, které jsou pro zdraví zvířat škodlivé. Jedovaté rostliny mohou zvířatům způsobit zdravotní potíže, otravu, poškodit orgány či zapříčinit smrt. Mezi tyto nežádoucí druhy rostlin řadíme například *Cirsium arvense*, jehož trny mohou zvířatům poškodit žaludek nebo *Equisetum palustre*, která obsahuje jedovatý alkaloid, který způsobuje trávicí potíže. Proto je potřeba vybírat směs, která obsahuje dostatečně konkurenčně silné druhy, aby těmto nežádoucím druhům zabránily v šíření (Novák 2009). Druhy, které jsou naopak pro zvířata chutné a léčivé jsou například *Plantago lanceolata*, který má antioxidační účinky a může zlepšovat kvalitu mléka nebo *Cichorium intybus*, na které si srnci čistí paroží (Straková et al. 2018).

10.1 Příprava kalamitních ploch

Správná příprava kalamitních holin na výsev a obnovu porostu je klíčovým faktorem v obnově holiny. Pro přípravu lze využít několik postupů a je nutné zvolit správnou metodu podle typu stanoviště. Mezi tyto metody patří chemická a mechanická příprava půdy, které lze kombinovat (Lesy ČR 2019).

Mechanická příprava půdy zahrnuje i první krok přípravy holin, který se týká odstranění veškerých zbytků dřevin a keřů po těžbě. Nejdůležitějším procesem tohoto prvního kroku je zbavování holiny klestu, který se podle náročnosti terénu odstraňuje pomocí těžké techniky, nebo ručně. Klest se poté pálí, nebo zůstává na ploše, nejčastěji v podobě štěpky nebo v rozdrčené formě (UPM 2022). Tato štěpka může velice dobře posloužit k ochraně půdy před mineralizací a dalšími druhy degradace. Pokud jsou na území ponechány tyto podoby klestu, dojde časem k zarůstání vegetace, která může celou plochu chránit před negativními mikroklimatickými podmínkami, minimalizovat erozi nebo zvyšovat schopnost zasakování. Pod mechanickou přípravu půdy patří i takzvaná mechanizovaná metoda, při které se používají specializované lesnické pluhy, frézy apod. Tato metoda nesmí probíhat na plochách zasažených erozí nebo se sklonem větším než 15 % (Lesy ČR 2019).

Chemická příprava půdy se zaměřuje zejména na ničení nežádoucí složky vegetace neboli plevelu. Tento proces je prováděn za pomoci herbicidů, které musí být v souladu s platnou legislativou. Mezi nejrozšířenější druhy plevelu v ČR, které ohrožují porost a jsou hubeny herbicidy patří například *Rubus idaeus*, *Calamagrostis epigeios* nebo *Pteridium aquilinum* (Lesy ČR 2019).

Mezi procesy přípravy kalamitních holin patří i takzvaná biologická příprava půdy. Proces biologické přípravy není tak běžný a využívá se zejména na degradovaných a imisních půdách (Rivas 2006). Tato příprava půdy probíhá tak, že před vysazením hlavních dřevin je na území dočasně vysazena nenáročná dřevina s rychlým růstem, takzvané pionýrské druhy. Tyto dřeviny zabraňují degradaci půdy, zamezují erozi, udržují v půdě vlhkost a vytvářejí stín. Před výsadbou finální dřeviny na holinu je tento porost z většiny odstraněn, aby nezabraňoval růstu stromků. Při přípravě kalamitních ploch je nejdůležitější zachování humusové vrstvy podloží. Tato humusová vrstva vzniká mineralizací organické hmoty a obsahuje největší množství živin potřebných k další výsadbě, ať už stromů, nebo jiné zeleně (Lesy ČR 2019)

Pokud se území nachází ve svahu a hrozí na něm eroze, je možné aplikovat na svah nějaké protierozní opatření v podobě sítí, rohoží nebo geotextilií (Rivas 2006). Tyto opatření vyžadují náročnější a detailnější přípravu půdy, při které je potřeba zbavit plochu veškerého plevelu, dřeva, kamenů a ostatních pozůstatků po těžbě. Dále se terén zarovná a zasypávají se prohlubně. Posledním krokem před samotnou instalací protierozního opatření je překrytí svahu asi 50–70 milimetrovou vrstvou humusové půdy, do které se vysévá travní směs či dřeviny k biologické přípravě půdy. Na takto připravenou půdu se může aplikovat zvolené protierozní opatření, které se vyrovná a ukotví (GEOMAT 2019).

10.1.1 Georohože

Georohože jsou prvky protierozního opatření, které zakrývají celý povrch svahu. Z tohoto důvodu je nutné provést stejnou přípravu půdy, jako u ostatních protierozních opatření, avšak u rohoží je třeba na konci aplikace celé území s položenou rohoží zahrnout drobnou vrstvou půdy. Pro vysetí porostu na plochu s rohoží je nezbytné využití hydroosevu (Straková et al. 2018). Rohože patří mezi nejúčinnější protierozní opatření, jelikož vysetý porost z části zakoření přímo do protierozního systému a dojde k maximálnímu zpevnění půdy.

Do první kategorie řadíme rohože vyrobené z umělých materiálů, jako je plast nebo tkanina, které mají dlouhou dobu životnosti (GEOMAT 2022).

Druhá a rozšířenější kategorie je kategorie přírodních rohoží, které mají nižší trvanlivost, jelikož se časem úplně rozloží. Do této kategorie patří například kokosové rohože, které mají několik výborných vlastností. Kokosové rohože jsou 100 % přírodní a vyrábí se z kokosového vlákna, které obsahuje vysoké množství ligninu, plnicího hydrofobní funkci. Kokosové vlákno velice dobře absorbuje vodu a dokáže zabránit odpařování z půdy. Díky tomu jsou kokosové rohože výborné při deštích, kdy vsakují a rozptylují tekoucí vodu ze svahu. Hustá struktura těchto rohoží vytváří ideální ochranu proti silnému větru. Životnost těchto rohoží dosahuje od aplikace až do úplného rozkladu přibližně 4 roky (Aussie Environmental 2021).

Dalším druhem přírodních rohoží jsou rohože z juty neboli z lýkového vlákna, ze kterého se vyrábí textil již několik set let. Podle některých zdrojů existují důkazy toho, že juta se využívala již před naším letopočtem (Wright et al. 2012). Tyto rohože jsou velice podobné rohožím z kokosových vláken, avšak nemají takovou životnost a jejich úplný rozklad nastává během 6–24 měsíců (Aussie Environmental 2021).

Obrázek 3: Kokosová mulčovací rohož



Obrázek 3: Kokosová rohož jako dočasné protierozní řešení



Zdroj: <https://www.geomat.cz/blog/kokosove-a-jutove-site-rohoze-valce-textilie-v-protierozni-ochrane-a-zpevnovani-svahu/>

10.1.2 Geosítě

Geosítě, nebo také geosyntetika je protierozní systém na stejném principu jako georohože. Jediný rozdíl je ve struktuře, kdy geosítě jsou v podstatě propletená lana z přírodních materiálů, jako je kokosové vlákno, juta nebo sláma. Tyto sítě jsou nejlepším způsobem, jak

zabránit erozi na svahu a zároveň vytvořit nový travní nebo křovinný porost. Výhoda těchto sítí spočívá v menší váze a lepší manipulaci a instalaci na nerovné povrchy. Sítě zároveň dokáží obstojně zadržovat vodu a podporovat růst zeleně (Greenfix 2009).

Obrázek 5: Kokosová protierozní síť



Obrázek 5: Kokosová síť jako dočasná protierozní ochrana



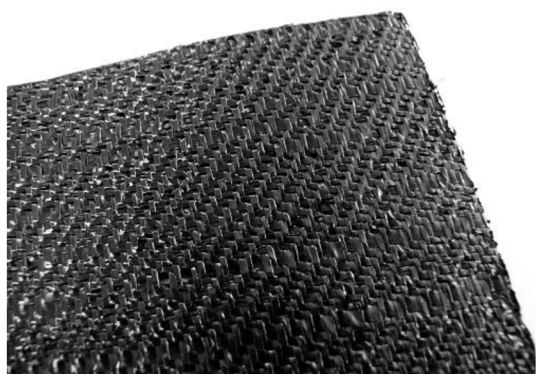
Zdroj: <https://www.geomat.cz/blog/kokosove-a-jutove-site-rohoze-valce-textilie-v-protierozni-ochrane-a-zpevnovani-svahu/>

10.1.3 Geotextilie a ekotextilie

Rozdíl mezi geo a ekotextilií je takový, že geotextilie jsou obvykle vyráběny ze syntetických materiálů a používají se zejména při zemních pracích. Oproti tomu ekotextilie jsou ze 100% kompostovatelné biomasy, která se zhruba po 3 až 5 letech rozloží. Ekotextilie jsou výbornou variantou pro použití do přírody, jelikož dokáží zároveň velice vydatně vyživovat půdu a rostliny. Tyto druhy textilií slouží k ochraně půdy před erozí na svazích. Textilie mají pozitivní vliv na tekoucí vodu, kterou zpomalují a většinové množství zadržují a vsakují. Díky ekotextiliím je dosaženo větší míry vyklíčených semen, jelikož se semena usazují v textiliích a neodplavují se při srážkách pryč z půdy. Mají také pozitivní vliv na vytváření vhodného mikroklimatu pro budoucí rostliny (GEOMAT 2019).

Na výběr jsou textilie vyrábějící se z přírodních či syntetických materiálů. Materiálové složení těchto textilií se odvíjí od doby jejich životnosti. Přírodní textilie jsou vyráběny například z jutového nebo kokosového vlákna a v půdě vydrží přibližně 2–5let (Rickson 2006). Po této době dojde k jejich rozpadu, při kterém půdě poslouží jako hnojivo (Grzybowska-Pietras et al. 2018). Při zakládání přírodních ekotextilií je důležité myslet na budoucí porost a podle toho vybírat vhodné druhy, které budou půdu chránit proti erozi, až se textilie rozpadne (GEOMAT 2019). Syntetické geotextilie se používají pro dlouhodobější ochranu, jejich životnost je okolo 25 let. Nejčastěji se vyrábějí z polypropylenu, polyesteru nebo polyethylenu (Rickson 2006). Volba vhodné protierozní ochrany je závislá na klimatických podmínkách, jako je například množství srážek nebo rychlost proudění větru. Dalšími faktory pro správnou volbu ochrany je například sklonitost svahu, druh a vlastnosti zeminy nebo typ plánovaného porostu (GEOMAT 2019).

Obrázek 7: Geotextilie



Obrázek 7: Ekotextilie



Zdroj: <https://www.geomat.cz/blog/kokosove-a-jutove-site-rohoze-valce-textilie-v-protierozni-ochrane-a-zpevnovani-svahu/>

10.1.4 Hydroosev

Hydroosev je technika používaná k setí travního porostu. Tento způsob zatravňování se přizpůsobí každému povrchu a je vhodný na svazích i hůře dostupných místech. Principem hydroosevu je smíchání osiva, vody, mulčovacího materiálu a dalších přísad, jako například fixačních látek, které se následně rozprašují na půdu (Parsakhoo et al. 2018). K hydroosevu se nejčastěji používá osivo s rychle rostoucími druhy, takovým druhem je například *Lolium perenne*. Během krátké doby lze docílit hustého travního porostu. Porost vzniklý hydroosevem vytvoří hustý kryt, který sníží dopad vodní eroze, zpevní svahy a potlačí plevel (Emeka et al. 2021). Před hydroosevem je vhodné prostudovat lokalitu, kterou chceme zatravnit. Je dobré zjistit typ půdy, vegetaci, sklonitost nebo druhy rostoucích plevelů na pozemku, které rostou poblíž, aby se vytvořila směs vhodná na dané stanoviště (Gudyniene et al. 2021).

10.2 Péče o dočasný travní porost

Pro co největší zefektivnění dočasného travního porostu je třeba nejen dobře zvolit vhodné druhy, ale také správný postup péče. V případě holin, nacházejících se převážně na svahu je důležitá péče o porost z důvodu zvýšení protierozní ochrany. Pokud by se vytvořený porost ponechal bez jakéhokoliv obhospodařování, mohlo by dojít k nadměrnému rozšíření jednoho druhu, který by časem zcela vytlačil některé ostatní druhy. Po tomto procesu by se na ploše mohly začít objevovat náletové semenáčky druhů, které jsou na daném území nežádoucí (Lesy ČR 2019).

K obhospodařování travních porostů patří i soubor opatření zvaný pratotechnika, který se využívá ke zlepšení kvality travních porostů, anebo zvýšení produkce. Pratotechnika se využívá na všechny druhy travních porostů a je založena na mechanických, biologických a chemických zásazích. Pro řešení plochy v této práci, lze využít několik pratotechnických opatření, jako je například sečení travních porostů, přesev nebo přísev (Skládanka et al. 2010).

Jelikož by při zakládání travního porostu mělo být hlavním cílem vysoká biodiverzita, jsou téměř všechny opatření zaměřené právě na zvyšování rozmanitosti porostu. Sečení je jedním z nejzákladnějších opatření při hospodaření na travnatých plochách, díky kterému se zabráňuje velikému rozšíření jednoho druhu. Sečení porostu by mělo v českých podmínkách

probíhat jednou až čtyřikrát za rok a výška seče by se měla pohybovat mezi 40–70 mm. Správné nastavení výšky seče je pro celkovou kvalitu porostu velice důležité, jelikož kvůli příliš vysoké seči dochází k přebytku stařiny v porostu, a naopak příliš nízká seč poškozuje odnožovací uzliny trav (Skládanka et al. 2010).

Dalším možným způsobem, jak lze pečovat o nově vzniklý porost na holinách je mulčování. Mulčování se provádí za pomoci mulčovače. Mulčovač si dokáže poradit s trávou až jeden metr vysokou. Trávu nebo nežádoucí plevel rozdrťí a ponechá ležet na půdě (VARI 2019). Travní zbytky působí pozitivně na mikroklima, umí zadržovat vodu v půdě nebo regulovat teplotu půdy, což pozitivně působí na růst kořenového systému u rostlin. Dále mulčování snižuje riziko eroze a potlačuje zaplevelení. Výsledkem mulčování mohou být zdravé rostliny, které hůře napadnou škůdci (Bhardwaj 2013). Sečení je třeba přizpůsobit porostu, počasí nebo poloze, ideální je však mulčovat třikrát ročně (VARI 2019).

10.2.1 Plevel

V travních či travino-bylinných porostech se vždy objevují nějaké jednoleté nebo vytrvalé druhy plevelů, jako je *Cirsium arvense*, *Medicago lupulina*, *Plantago major* nebo *Rumex crispus*, které je vhodné odstranit a zabránit tak šíření do okolí (Gudyniene et al. 2021). Odstranit je lze tzv. odplevelovací sečí, tak se říká první, popřípadě druhé seči po založení porostu, při které dojde k oslabení plevelných rostlin a jejich následnému odumření (Straková et al. 2018).

11 Výsev

Travní směsi lze vysévat celoročně, avšak mezi doporučené termíny setí patří období mezi březnem až první polovinou května nebo září až říjen. Výsev se provádí pomocí secích strojů, nebo ručně (Straková et al. 2018). Předpokladem dobře fungujícího travního porostu, který sníží riziko eroze je výběr vhodného osiva. Existují travní směsi, které jsou určeny přímo na svahy a nevyžadují péči. Tyto směsi jsou namíchané tak, aby obsahovaly trávy s hustým kořenovým systémem, který bude půdu držet (Smyth 2021). Pozemky s vyšším sklonem než 30 % je třeba zatravnit jiným způsobem než výsevem, lze použít například hydroosev nebo travní či travino-bylinné koberce (Straková et al. 2018) U holin, které jsou na svazích, hrozí smyv semen z půdy ještě před jejich zakořením, proto se používají tzv. geosyntetika jako jsou například geotextilie, georochože, geosítě nebo zatravnovací rohože, které zabrání pohybu zeminy (Straková et al. 2018; Smyth 2021).

Obecně nelze určit, které travní či travino-bylinné směsi jsou nejvhodnější na zatravnění holin. Druh směsi je třeba připravit přímo pro dané území. Tato příprava spočívá v dobrém zmapování lokality, na které se bude travní směs vysévat. Při výběru vhodných druhů, které budou tvořit zatravnovací směs, je potřeba dbát na mikroklima, nadmořskou výšku, druh okolního porostu, nebo vztah druhu k aciditě prostředí (Straková et al. 2018).

Počet druhů ve směsi je různorodý a může se pohybovat od několika jednotek druhů až po několik desítek. Většinové množství směsi je složeno z kombinace jetelovin, bylin a trav. Trávy plní ve směsi funkci spojovací, jeteloviny obohacují půdu o dusík a byliny zvyšují druhovou bohatost na daném pozemku. Správné druhové složení zatravnovacích směsí je velice

zdlouhavý a náročný proces, při kterém musí být bráno v úvahu nejen druh stanoviště, ale také vzájemná souhra a symbióza vybraných druhů

Na trhu působí několik firem, zabývajících se mícháním travních či travino-bylinných směsí na míru. Jednou z nich je i firma Agrostis, která vytvořila několik základních směsí, podporující pozemky zasažené erozí. Mezi tyto směsi patří například bylinná rekultivační směs „Koridor“, která je složená z 22 druhů rostlin. Tato směs je vhodná i na méně úrodné a lidskou činností poznamenané lokality. Směs se skládá ze 65 % z trav, 10,5 % bylin a 21,5 % jetelovin. Dalším příkladem je jetelotravní komunikační směs „Pangejt“, která je primárně vytvořena k zatravňování svahů v okolí komunikací a silnic. Směs je vhodná i pro svažité plochy s proměnlivými hydrologickými podmínkami jako jsou například holiny. Složení směsi se skládá z 90 % trav, 0,5 % bylin a 9,5 % jetelovin.

V těchto příkladových směsích nejvíce převládají druhy jako jsou například *Festuca rubra*, *Festuca trachyphylla*, *Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*, *Phacelia congesta*, *Trifolium repens*, *Trifolium incarnatum*, *Onobrychis viciifolia* (Agrostis 2021).

11.1 Příklady vhodných druhů trav na holiny

Poa pratensis

Poa pratensis měří okolo 30–120 cm a je jednou z nejvíce vyskytujících se trav u nás. Výhodou této trávy je ochrana půdy před mechanickým poškozením. Díky svému mohutnému kořenovému systému zaplňuje v travních porostech prázdná místa a vytlačuje plevel. Její nevýhodou je však pomalý růst (Straková et al. 2007).

Lolium perenne

Jedná se o základní druh trávy, která dorůstá výšky okolo 10–60 cm. *Lolium perenne* se vyskytuje spíše na vlhčích půdách s dostatkem živin. Její mělké kořeny neprorůstají do příliš velkých hloubek a jsou spíše povrchové. Výhodou této trávy je však rychlé klíčení (5–7 dnů) (Šašková & Štolfa 1993; Svobodová 2004).

Poa compressa

Poa compressa je druh trávy s dlouhými podzemními výběžky, který není náročný na živiny nebo podmínky stanoviště. Dorůstá výšky okolo 10–90 cm. *Poa compressa* je často využívána při zatravňování svažitých pozemků (Straková et al. 2007).

Phleum pratense

Jedná se o 30–120 cm vysokou travu vhodnou do dočasného travního porostu. Mělké, ale mohutné kořeny umožňují této trávě přijímat i hůře dostupné živiny. Nesnáší příliš suché či mokré půdy (Šašková & Štolfa 1993; Straková et al. 2007).

Festuca rubra

Tento rozšířený druh je velice přizpůsobivý. V ČR se nachází od nížin až po hory. Nejvíce se ale vyskytuje na chudých a suchých půdách. Této trávě nevádí suché, ani vlhké stanoviště. *Festuca rubra* dosahuje výšky 20–100 cm (Straková et al. 2007).

12 Závěr

Cílem této práce bylo přiblížit a popsat principy, důvody a dopady odlesňování a následný vznik holin a problémů s tím spojených.

První část literární rešerše je zaměřena na popis diverzity, způsobu měření a typů krajiny. V této části jsou představeny jednotlivé typy, vegetace vyskytující se v české krajině. Pro každý typ krajiny, který je popsán v práci jsou uvedeny základní charakteristiky daného území a popsány rostlinné druhy, vyskytující na daném stanovišti. Typy krajiny, které jsou v práci popsány jsou: trvalé travní porosty, mokřady, orná půda a les. Dále se tato část práce zaměřuje na podporu diverzity na orné půdě v rámci čerpání dotací z Programu rozvoje venkova. Poslední bod této části je věnován popisu pojmu degradovaný les a statistickým údajům degradace lesa na evropské úrovni.

Druhá část práce je zaměřena na odlesňování na celosvětové úrovni a hlavní příčiny odlesňování v České republice. V kapitole odlesňování je uveden příklad na tropických deštných pralesech, jakožto odlesňováním nejvíce zasažené území na světě. V kapitole zaměřené na hlavní příčiny odlesňování v České republice jsou popsány nejčastější příčiny odlesňování, kterými jsou vítr, požár a lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) a dopady v podobě vzniku kalamitních holin. Velký podíl této části je věnován lýkožroutovi smrkovému (*Ips typographus*), který je po rozšíření největší hrozbou českých lesů. Téma kůrovcové kalamity se zaměřuje na dopady napadení kůrovcem a na degradaci dřeva tímto hmyzem zasaženým. Další podkapitolou odlesňování je vznik kalamitních holin, ve které jsou popsány příčiny a důsledky těchto holin. Dále je v práci popsána detailní obnova na kalamitních holinách, která je rozdělena na umělou a přirozenou obnovu.

Následující část se zabývá erozí, konkrétně vodní a větrnou, která holiny nejvíce postihuje. V části o erozi jsou popsány principy degradace půdy a její následné dopady. Dále jsou v této kapitole vypsány typy erozí a jejich nejčastější příčiny vzniku. Součástí kapitoly o erozi je i popsání konkrétních problémů vodní eroze v lesích a na odlesněných pozemcích, která má na holiny zásadní vliv.

Poslední část práce popisuje konkrétní metody zatravňování, metody přípravy kalamitních holin a následnou péči o dočasný travní porost. Nedílnou součástí je i popis výsevu, míchání zatravňovacích směsí a příkladné vhodné druhy trav pro dočasný travní porost na holinách. Část zaměřující se na přípravu kalamitních ploch pojednává o mechanických, chemických a biologických přípravách půdy, které jsou používány při obnovování kalamitních holin. Také jsou zde popsány způsoby protierozních opatření, které jsou pro les a přírodě blízké plochy ideální. Dále je zde popsán proces péče o dočasný travní porost, díky kterému je možné snížit nebo zcela zabránit šíření nežádoucích druhů.

Dle získaných informací z rešeršní části bylo vyvozeno, že nejefektivnější založení dočasného travního porostu na holinách by mělo být kombinací protierozního řešení a zatravněním vhodnou zatravňovací směsí vytvořené přímo pro dané území. Jako nejvhodnější protierozní řešení na holinu ve svahu se zdá být geosít, jelikož oproti georohožím je lehčí, poddajnější zvlněnému terénu a poskytuje více prostoru pro růst stromů, keřů a trav. Společně s touto geosítí se na svah aplikuje také výsev trav a pionýrských druhů dřevin. Jako

nejvhodnější řešení na holiny, které se nenachází ve svahu nebo se nacházejí ve svahu mírném je zatravnění nebo výsadba pionýrských druhů. Výsev se však zdá jako lepší varianta v rámci biologické přípravy půdy, jelikož trávy vytvoří vegetační kryt půdy rychleji. Druhové složení těchto trav či pionýrských dřevin musí být připraveno přímo pro dané území s ohledem na nadmořskou výšku, typ půdy nebo druhové složení lesa.

Všechny metody zvyšování rostlinné diverzity a zabraňování eroze na holinách, které byly popsány v této práci se jeví jako nejlepší možné řešení. Avšak po finanční stránce jsou tyto procesy logicky mnohem náročnější než ponechání holin vlastnímu vývoji. Na druhou stranu lze díky správné péči předejít nepříjemným situacím s hubením nežádoucích druhů.

13 Literatura

- Agrostis. 2021. Katalog sortimentu.
- AOPK ČR. 2016. Mokřady mezinárodního významu v České republice. Available from <http://mokrady.ochranaprirody.cz/o-mokradech-mokrady-mezinarodniho-vyznamu-v-ceske-republice/> (accessed February 5, 2022).
- AOPK ČR. 2022. Program rozvoje venkova. Available from <https://www.dotace.nature.cz/m10.html> (accessed March 8, 2022).
- Aussie Environmental. 2021. Erosion Control: Blanket and Mesh Installation. Available from <https://aussieenvironmental.com.au/services/erosion-control-blanket-mesh-installation/> (accessed April 13, 2022).
- Baets S, Posen J, Knapen A, Galindo P. 2007. Impact of root architecture on the erosion-reducing potential of roots during concentrated flow. *Earth Surface Processes and Landforms* 32:1323–1345.
- Batey T. 2009. Soil compaction and soil management – a review. *Soil Use and Management* 25:335–345.
- Bebbington J, Cuckston T, Feger C. 2021. Biodiversity. *Routledge Handbook of Environmental Accounting*:377–387.
- Berčák R, Holuša J, Lukášová K, Hanuška Z, Agh P, Vaněk J, Kula E, Chromek I. 2018. Lesní požáry v České republice – charakteristika, prevence a hašení. *Zprávy lesnického výzkumu* 63:184–194. Praha.
- Bhardwaj RL. 2013. Effect of mulching on crop production under rainfed condition – A review. *Agricultural Reviews* 34:188.
- Bílek O. 2012. Dynamika lesů v lokalitách soustavy NATURA 2000. *NIKA* 32:22–25. Praha.
- Boháč J. 2007. Biodiverzita a udržitelný rozvoj Šumavy. České Budějovice.
- Brázdil R, Stucki P, Szabó P, Řezníčková L, Dolák L, Dobrovolný P, Tolasz R, Kotyza O, Chromá K, Suchánková S. 2018. Windstorms and forest disturbances in the Czech Lands: 1801–2015. *Agricultural and Forest Meteorology* 250–251:47–63.
- Brtnický M, Vopravil J, Vrabcová T, Hladký J, Khel T, Novák P, Vítězslav V, Kinický J. 2012. Degradace půdy v České republice. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Brno.
- Buzek L. 2005. Vodní eroze lesní půdy. *Vesmír* 84:213–216.
- Centeri C. 2022. Soil Water Erosion. *Water* 14.
- Český úřad zeměměřický a katastrální. 2022. Souhrnné přehledy o půdním fondu z údajů katastru nemovitostí České republiky, 1st edition. Český úřad zeměměřický a katastrální, Praha.
- Chalupa T, Stráský J, Brezina I, Lstibůrek M, Jirsa T, Rippelová J, Mrkva R. 2011. Kůrovcová kalamita: Víc než spor přírodovědců. Page CEP. Centrum pro ekonomiku a politiku, Praha.
- Chuman T, Romportl D. 2010. Multivariate classification analysis of cultural landscapes: An example from the Czech Republic. *Landscape and Urban Planning* 98:200–209.

- Chytrý M et al. 2007. Vegetace České republiky 1 – Travinná a keříčková vegetace. Academia, Praha.
- Chytrý M et al. 2009. Vegetace České republiky 2 – Ruderální, plevelová, skalní a suťová vegetace. Academia, Praha.
- Chytrý M, Kučera T, Kočí M, Grulich V, Lustyk P. 2010. Katalog biotopů České republiky. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.
- Dolejský V. 2007. Zpracování kalamity Kyrill a riziko následné kůrovcové kalamity. Lesnická práce 86:14–15.
- Doležalová K, Horák J. 2010. Společenstva bezobratlých vázaná na mrtvé dřevo. Lesnická práce:24–25. Praha.
- Dufková J. 2008. Anomálie výskytu větrné eroze na těžkých půdách. Bioklimatologické aspekty hodnocení procesů v krajině.
- Dušek D, Novák J, Slodičák M, Kacálek D. 2017. Zdravotní stav smrkových mlazin v oblasti chřadnutí smrku po prvních výchovných zásazích. Zprávy lesnického výzkumu:16–22. Opočno.
- Dušek R, Popelková R. 2017. Landscape diversity of the Czech republic. Journal of Maps 13:486–490.
- Dytrtová K, Šarapatka B, Opršal Z. 2016. Does organic farming influence landscape composition? Two cases from the Czech Republic. Agroecology and Sustainable Food Systems 40:714–735.
- Emeka OJ, Nahazanan H, Kalantar B, Khuzaimah Z, Sani OS. 2021. Evaluation of the effect of hydroseeded vegetation for slope reinforcement. Land 10.
- Farina A. 2000. The Cultural Landscape as a Model for the Integration of Ecology and Economics. BioScience 50:313–320.
- Fiala J, Kohoutek A, Vorlíček Z, Šrámek P, Rataj D, Ilavská I. 1999. Jetelotravní směsi luční, pastevní a na orné půdě. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.
- Fiala K, Tůma I, Holub P, Jandák J. 2005. The role of Calamagrostis communities in preventing soil acidification and base cation losses in a deforested mountain area affected by acid deposition. Plant and Soil 268:35–49.
- GEOMAT s. r. o. 2019. Kokosové a jutové síť, rohože, válce, textilie v protierozní ochraně a zpevňování svahů. Available from <https://www.geomat.cz/blog/kokosove-a-jutove-site-rohoze-valce-textilie-v-protierozni-ochrane-a-zpevnovani-svahu/> (accessed April 12, 2022).
- GEOMAT s. r. o. 2022. Georohože. Available from <https://www.geomat.cz/vyrobky-katalog/georohoze/> (accessed April 13, 2022).
- Ghazoul J, Burivalova Z, Garcia-Ulloa J, King LA. 2015. Conceptualizing forest degradation. Page Trends in Ecology and Evolution.
- Greenfix. 2009. Organic Erosion Control Blankets & Plant Care Products.
- Grzybowska-Pietras J, Nguyen G, Przybyło S, Rom M, Broda J. 2018. Properties of meandrical geotextiles designed for the protection of soil against erosion. Web of Conferences.

- Gudyniene V, Juzenas S, Stukonis V, Norkeviciene E. 2021. Sowing mixtures of native plant species: Are there any differences between hydroseeding and regular seeding? *Plants* 10.
- Hammond ME, Pokorný R, Dobrovolný L, Hiitola N, Friedl M. 2020. Effect of gap size on tree species diversity of natural regeneration – case study from Masaryk Training Forest Enterprise Křtiny. *Journal of Forest Science* 66:407–419. Czech Academy of Agricultural Sciences.
- Havlát F. 2007. Biopásy: pomozte naší krajině! *Myslivost*:46–47. Praha.
- Hendrychová M. 2008. Reclamation success in post-mining landscapes in the Czech Republic: A review of pedological and biological studies. *Journal of Landscape Studies*:63–78.
- Hlásny, T., Krokene, P., Liebhold, A., Montagné-Huck, C., Müller, J., Qin, H., Raffa, K., Schelhaas, M-J., Seidl, R., Svoboda, M., Viiri, H. 2019. Living with bark beetles: impacts, outlook and management options. *From science to policy* 8.
- Hlásny T, Zimová S, Merganičová K, Štěpánek P, Modlinger R, Turčáni M. 2021. Devastating outbreak of bark beetles in the Czech Republic: Drivers, impacts, and management implications. *Forest Ecology and Management* 490.
- Hofmeister Š, Svoboda M, Souček J, Vacek S. 2008. Spatial pattern of Norway spruce and silver fir natural regeneration in uneven-aged mixed forests of northeastern Bohemia. *Journal of Forest Science* 54:92–101.
- Holý M. 1994. Eroze a životní prostředí. ČVUT, Praha.
- Hostýnek J, Novák M, Žák M. 2008. KYRILL A EMMA V ČESKU – METEOROLOGICKÉ PŘÍČINY, PRŮBĚH BOURÍ S HODNOCENÍM VĚTRNÝCH EXTRÉMŮ. *Meteorologické zprávy* 61:65–71.
- Hrnčířová M, Holas J. 2013. Proč a jak vrátit mokřady do zemědělské krajiny? *Vodní hospodářství* 2:63–66.
- Janeček M et al. 2007. Ochrana zemědělské půdy před erozí. Výzkumný ústav meliorací a ochrana půdy, Praha.
- Janků J, Jakšík O, Kozák J, Marhoul AM. 2016. Estimation of land loss in the Czech Republic in the near future. *Soil and Water Research* 11:155–162. Czech Academy of Agricultural Sciences.
- Kahuda P. 2011. Umělá obnova lesa v NP Šumava. *Šumava*:04–05.
- Kaimowitz D, Angelsen A. 1998. *Economic Models of Tropical Deforestation A Review*. Bogor.
- Knížek M, Zahradník P, Liška J. 2007. Současné nebezpečí přemnožení podkorního hmyzu – situace po orkánu Kyrill. *Zpravodaj ochrany lesa* 14:51–52. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Strnady.
- Košulič M. 2010. Krnovsko: Chřadnutí smrků. Available from <https://lesycr.cz/casopis-clanek/krnovsko-chradnuti-smrku/> (accessed March 8, 2022).
- Košulič M st. 2008. Problematické zalesňování holin. *Lesu zdar*:10–13. Hradec Králové.
- Kovář P, Jandová L, Pojer F. 2012. Czech Republic. High Nature Value Farming in Europe:175–183.
- Kozel J. 2012. Přípravný les. *ŠUMAVA* 6-7

- Kula E, Jankovská Z. 2013. Forest fires and their causes in the Czech Republic (1992–2004). *JOURNAL OF FOREST SCIENCE* 59:41–53.
- Kupka I. 2004. Přírozená a umělá obnova, jejich přednosti, nevýhody a omezení. Přírozená a umělá obnova – přednosti, nevýhody a omezení:5–11.
- Kvítek T, Tippl M. 2003. Ochrana povrchových vod před dusičnany z vodní eroze a hlavní zásady protierozní ochrany v krajině. Praha.
- Lesy ČR. 2008a. Orkán Kyrill – rok poté. Available from <https://lesycr.cz/tiskova-zprava/orkan-kyrill-rok-pote/> (accessed March 8, 2022).
- Lesy ČR. 2008b. Odhad výše živelné hmoty k 6.3.2008 (Emma). Praha.
- Lesy ČR. 2019. Strategie rozvoje.
- Lesy ČR. 2022. Lesní těžba. Available from <https://lesycr.cz/drevo/lesni-tezba/> (accessed February 5, 2022).
- Li J et al. 2021. The contributions of the roots, stems, and leaves of three grass species to water erosion reduction on spoil heaps. *Journal of Hydrology* 603.
- Li Z, Fang H. 2016. Impacts of climate change on water erosion: A review. *Earth-Science Reviews* 163:94–117.
- Lieutier F, Mendel Z, Faccoli M. 2016. Bark beetles of mediterranean conifers. Pages 105–197 *Insects and Diseases of Mediterranean Forest Systems*. Springer International Publishing.
- Ložek V. 2003. Povodně a život nívy. Praha.
- Lubojacký J. 2018. Ochrana douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco) proti kůrovcům (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae): Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco) protection against bark beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) : certifikovaná metodika. Lesnický průvodce.
- Mach M. 2016. Mokřady, místa mezi souší a vodou. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace* 2:1–2.
- Machander V. 2016. Požáry lesních porostů a jejich prevence. *Zpravodaj ochrany lesa* 19:51–55.
- Malík K, Remeš J, Vacek S, Štícha V. 2014. Development and dynamics of mountain spruce (*Picea abies* [L.] Karsten) stand regeneration. *Journal of Forest Science* 60:61–69.
- Malkovský Z, Klč P. 2011. Výzkum vybraných faktorů a dopadů těžebně-dopravní činnosti na povrch lesní půdy a lesní porosty ve vybraných oblastech NP Šumava. *Lesnický časopis* 57:22–28.
- Matoušek P, Modlinger R, Holuša J, Turčáni M. 2012. POČET VAJÍČEK KLADENÝCH LÝKOŽROUTEM SMRKOVÝM *IPS TYPOGRAPHUS* (L.) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE) NA STROMOVÝCH LAPÁCÍCH: VLIV VYBRANÝCH FAKTORŮ. *Zprávy lesnického výzkumu* 57:126–132. Praha.
- Ministerstvo zemědělství. 2020a. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České Republiky. Available from http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/zelenazprava/ZZ_2020.pdf (accessed December 16, 2021).

- Ministerstvo zemědělství. 2020b. Koncepce ochrany před následky sucha pro území České republiky. Praha.
- Ministerstvo zemědělství. 2020c. Veřejná vyhláška. Praha.
- Ministerstvo zemědělství. 2021. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2020. Praha.
- Ministerstvo životního prostředí. 2010. Ramsarská úmluva. Zpravodaj MŽP 2:19–20.
- Mládek J, Pavlů V, Hejcman M, Gaisler J. 2006. Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Možný M, Trnka M, Brázdil R. 2020. Climate change driven changes of vegetation fires in the Czech Republic. *Theoretical and Applied Climatology*:691–699.
- Nedělníková H. 2021. Statistická ročenka 2001–2020. Praha.
- Novák J. 2009. Travní porasty po odlesnění a samozalesnění. *Tribun EU*, Brno.
- Novák J, Obtulovič P, Nemeš J. 2010. Secondary succession of spontaneous flora after deforestation and self-forestation. Brno.
- Nováková J, Křeček J. 2006. Soil erosion and plant succession at clear-cut areas in the Jizera Mountains, Czech Republic. *Ekológia*:259–269. Bratislava.
- Novotný R, Šrámek V. 2016. Povětrnostní podmínky a abiotická poškození v roce 2015. *Zpravodaj ochrany lesa* 19:8–12.
- Oral HV. 2020. Deforestation. Pages 1–6 *The Palgrave Encyclopedia of Global Security Studies*. Springer International Publishing.
- Panagos P, Borrelli P, Meusburger K, Alewell C, Lugato E, Montanarella L. 2015. Estimating the soil erosion cover-management factor at the European scale. *Land Use Policy* 48:38–50.
- Parsakhoo A, Jajouzadeh M, Rezaee Motlagh A. 2018. Effect of hydroseeding on grass yield and water use efficiency on forest road artificial soil slopes. *Journal of Forest Science* 64:157–163. Czech Academy of Agricultural Sciences.
- Pawlik Ł, Harrison SP. 2022. Modelling and prediction of wind damage in forest ecosystems of the Sudety Mountains, SW Poland. *Science of the Total Environment* 815.
- Pechanec V, Prokopová M, Salvati L, Cudlín O, Procházka J, Samec P, Včeláková R, Cudlín P. 2021. Moving toward the north: A country-level classification of land sensitivity to degradation in Czech Republic. *Catena* 206.
- Pecl J, Berčák R, Vaněk J. 2021. *Požární taktika*. Praha.
- Pimentel D, Kounang N. 1998. Ecology of Soil Erosion in Ecosystems. *Ecosystems*:416–426.
- Plesník J. 2004. Spolupráce mezi Úmluvou o biologické rozmanitosti a Ramsarskou úmluvou: Iniciativa pro říční povodí. *Ochrana přírody* 59:311–313.
- Plesník J, Roth P. 2004. Biologická rozmanitost na Zemi: stav a perspektivy. Scientia, spol. s r. o., Praha.
- Podhrázká J, Kučera J, Středová H. 2015. The methods of locating areas exposed to wind erosion in the South Moravia Region. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 63:113–121. Mendel University of Agriculture and Forestry Brno.

- Pospíšil T. 2018. Aktuální situace chřadnutí smrkových porostů a kůrovcová z pohledu Lesů ČR. *Ochrana přírody*:38–41.
- Prach K. 2006. Využití samovolné sukcese. *Obnova travních porostů regionální směsí*:7–9. ZO ČSOP Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou.
- Primack R, Kindlmann P, Jersáková J. 2011. Úvod do biologie ochrany přírody. Portál, Praha.
- Prokešová KJ, Homolka M, Heroldová M, Barančeková M, Baňář P, Kamler J, Modlinger R, Purchart L, Zejda J, Suchomel J. 2018. Patterns of vole gnawing on saplings in managed clearings in Central European forests. *Forest Ecology and Management* 408:137–147.
- Pyšek P. 1994. Effect of soil characteristics on succession in sites reclaimed after acid rain deforestation. *Ecological Engineering* 3:39–47.
- Rickson RJ. 2006. Controlling sediment at source: an evaluation of erosion control geotextiles. *Earth Surface Processes and Landforms* 31:550–560.
- Riksen M, Graff J de. 2001. On-site and off-site effects of wind erosion on. *Land Degradation & Development* 12:1–11. Wageningen.
- Rivas T. 2006. *Erosion Control Treatment Selection Guide*.
- Rotter P. 2019. Co udělat pro výživu porostů na kalamitních holinách? Problém dneška z pohledu lesní půdy. *Lesnická práce*:22–25.
- Roučková R. 2021. Šumavské louky a pastviny. *Ochrana přírody*:14–18.
- Ryan MG, Sapes G, Sala A, Hood SM. 2015, February 1. Tree physiology and bark beetles.
- Sádlo J, Storch D. 2000. *Biologie krajiny: biotopy České republiky*. Vesmír, Praha.
- Šálek M, Hula V, Kipson M, Daňková R, Niedobová J, Gamero A. 2018. Bringing diversity back to agriculture: Smaller fields and non-crop elements enhance biodiversity in intensively managed arable farmlands. *Ecological Indicators* 90:65–73.
- Šarapatka B et al. 2010. *Agroekologie: východiska pro udržitelné zemědělské hospodaření*. Bioinstitut, o.p.s., Olomouc.
- Šarapatka B, Bednář M. 2015. Assessment of Potential Soil Degradation on Agricultural Land in the Czech Republic. *Journal of Environmental Quality* 44:154–161.
- Šašková D, Štolfa V. 1993. *Trávy a obilí*. Artia a.s., Granit s. r. o., Praha.
- Sierra JP et al. 2021. Deforestation impacts on Amazon-Andes hydroclimatic connectivity. *Climate Dynamics*. Springer Science and Business Media Deutschland
- Sithole MZ, Agholor IA. 2021. Delineation and Dimension of Deforestation. *Global Warming and Climate Change*.
- Skládanka J, Večerek M, Vyskočil I. 2010. Ošetřování travních porostů. Available from http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/trek/index.php?N=8&I=0 (accessed April 13, 2022).
- Sklenička P et al. 2022. Impact of sustainable land management practices on controlling water erosion events: The case of hillslopes in the Czech Republic. *Journal of Cleaner Production* 337.
- Skolek M, Ekrt L, Horváthová V. 2007. Louky, pastviny a další bezlesé plochy NP Šumava. *Veronica*:8–10.

- Smyth D. 2021. The Best Grass for Steep Banks. Available from <https://homeguides.sfgate.com/grass-steep-banks-86517.html> (accessed April 13, 2022).
- Sommerfeld A, Rammer W, Heurich M, Hilmers T, Müller J, Seidl R. 2020. Do bark beetle outbreaks amplify or dampen future bark beetle disturbances in Central Europe? *Journal of Ecology* 109:737–749.
- Stanturf JA, Palik BJ, Williams MI, Dumroese K, Madsen P. 2014. Forest Restoration Paradigms. *Journal of Sustainable Forestry* 33:S161–S194.
- Storch D, Mihulka S. 1997. *Ekologie*. Vesmír, Praha.
- Straková M et al. 2018. *Standardy péče o přírodu a krajinu*. Praha.
- Straková M, Straka J, Michalíková L, Plevová K. 2007. *Kapesní atlas trav*. Brno.
- Suchomel J, Prokešová-Krojerová J, Heroldová M, Purchart L, Barenčáková M, Homolka M. 2009. Habitat preferences of small terrestrial mammals in the mountain forest clearings. *Beskydy* 2:195–200.
- Svoboda D. 2007. *Klimatické poměry ČR*. Available from https://ostrava.educanet.cz/www/zemepis/vyuka/septima/klimaticke_pomery.htm (accessed April 14, 2022).
- Svobodová K. 2016. *Management horských lesů České republiky a jeho vliv na vznik eroze*. Praha.
- Svobodová M. 2004. *Trávník*. Grada, Praha.
- Swanson ME, Franklin JF, Beschta RL, Crisafulli CM, DellaSala DA, Hutto RL, Lindenmayer DB, Swanson FJ. 2011. The forgotten stage of forest succession: early-successional ecosystems on forest sites. *Frontiers in Ecology and the Environment* 9:117–125.
- Tejaswi G. 2007. *Manual on deforestation, degradation and fragmentation using remote sensing and GIS*.
- Telles T, Guimarães M, Dechen S. 2011. The costs of soil erosion.
- Tkáčiková J, Husák J, Spitzer L. 2013. *Valašské louky a pastviny - dědictví našich předků*. Page (Kočárek P, editor). *Muzejní společnost ve Valašském Meziříčí a Muzeum regionu Valašsko, Valašské Meziříčí*.
- Tovar P, Adarme MO, Feitosa RQ. 2021. Deforestation detection in the amazon rainforest with spatial and channel attention mechanisms. Pages 851–858 *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*. International Society for Photogrammetry and Remote Sensing.
- UPM. 2022. *UPM Forest Life: Sustainable forestry*. Available from <https://www.upmforestlife.com/index> (accessed April 13, 2022).
- Urbánková O, Elbl J, Záhora J. 2015. *Eroze. Půda, místo pro život:3–10*. Mendelova univerzita, Brno.
- Ústav experimentální botaniky AV ČR. 2020. *Vědci počítají brouky aneb jak čelit kůrovcové kalamitě*. Available from <https://www.avcr.cz/cs/pro-verejnost/veda-na-doma/online-cteni/> (accessed February 5, 2022).
- Vacek Z, Vacek S, Vančura K, Šimůnek V, Bulušek D, Blažejová J, Schwarz O. 2018. *Sekundární sukcese na kalamitních holinách ve smrkových porostech po orkánu Kyrill v Krkonoších*. Praha.

- Valenta M. 2011. Kůrovec - téma nejen „šumavské“... Šumava zima:16–17. Vimperk.
- Valentíková M. 2021. Lesy: čas na regeneraci. Available from <https://sedmagenerace.cz/lesy-cas-na-regeneraci/> (accessed February 5, 2022).
- VARI. 2019. Obnovení lesa po kůrovci. Available from <https://www.vari.cz/rady-a-navody/rady-do-zahrady/obnoveni-lesa-po-kurovci/art:41629/> (accessed March 30, 2022).
- Vásquez-Grandón A, Donoso PJ, Gerding V. 2018, November 21. Forest degradation: When is a forest degraded? MDPI AG.
- Vejvodová A. 2016a. Zatravňování orné půdy. Ministerstvo zemědělství, Praha.
- Vejvodová A. 2016b. Biopásy. Ministerstvo zemědělství, Praha.
- Vopravil J et al. 2009. Půda a její hodnocení v ČR, 2nd edition. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha.
- Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. 2021. Kůrovcová kalamita proměňuje naše lesy. Available from <https://www.vulhm.cz/kurovcova-kalamita-promenuje-nase-lesy/> (accessed December 16, 2021).
- Wang H, He X, Zhang Z, Li M, Zhang Q, Zhu H, Xu S, Yang P. 2021. Eight years of manure fertilization favor copiotrophic traits in paddy soil microbiomes. *European Journal of Soil Biology* 106.
- Weigerová V, Zemanová M. 2003. Biomy Země. *Geografické rozhledy* 12:116–119.
- Wright RP, Lentz DL, Beaubien HF, Kimbrough CK. 2012. New evidence for jute (*Corchorus capsularis* L.) in the Indus civilization. *Archaeological and Anthropological Sciences* 4:137–143.
- Zahradník P, Knížek M. 2016. Lýkožrouti na smrku a sucho. *Lesnická práce* 4.
- Zákon č. 289/1995 Sb. 1995. Zákon o lesích a o změně některých zákonů.
- Zavrtálek M. 2016. Dopady sucha v roce 2015 na zdravotní stav lesních porostů ve správě LČR. *Zpravodaj ochrany lesa* 19:56–57.

14 Seznam obrázků

Obrázek 1: Půdní typy ČR	24
Obrázek 3: Kokosová rohož jako dočasné protierozní řešení.....	28
Obrázek 3: Kokosová mulčovací rohož.....	28
Obrázek 5: Kokosová protierozní síť.....	29
Obrázek 5: Kokosová síť jako dočasné protierozní ochrana	29
Obrázek 6: Geotextilie	30
Obrázek 7: Ekotextilie	30

15 Seznam grafů

Graf 1: Zalesňování v ČR	20
Graf 2: Znárodnění ohrožení půdy České republiky vodní erozí v roce 2018.....	23

16 Seznam tabulek

Tabulka 1: Nahodilé těžby podle druhu (mil. m ³)	15
--	----