

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroekologie a rostlinné produkce**



**Samozatravnění jako alternativní metoda při zakládání  
TTP**

**Diplomová práce**

**Bc. Monika Dunaj-Jurčová, DiS.**

**Obor studia: Rozvoj venkovského prostoru (AMVV)**

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

© 2019 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Samozatravnění jako alternativní metoda při zakládání TTP" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 11. 4. 2019

---

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala především Ing. Zuzaně Hrevušové, Ph. D. za odborné vedení mé diplomové práce, za cenné rady, pomoc na pokusném pracovišti a za čas, který této práci věnovala. Dále děkuji rodičům za podporu, kterou mi dávali během celého studia na vysoké škole a za trpělivost. V neposlední řadě děkuji i mému příteli za jeho pozitivní energii, kterou mi předával každým dnem a za to, že si našel čas na přečtení a kontrolu této práce.

# Samozatravnění jako alternativní metoda při zakládání TTP

## Souhrn

Trvalé travní porosty (TTP) jsou významným krajinným prvkem s cennými a pro jednotlivé oblasti charakteristickými společenstvy rostlin a živočichů. Jejich hospodářský význam se v poslední době snížil, ale z hlediska ochrany životního prostředí a dalších mimoprodukčních funkcí se význam TTP naopak postupně zvyšuje. Trend zatravnění je patrný, zaměřena na něj byla i tato diplomová práce, přičemž hlavním tématem byla metoda samozatravnění a její význam v krajině.

V této práci byl hodnocen polní pokus, jenž byl založen v roce 2013 na experimentálním pozemku České Zemědělské Univerzity v Suchdole. Jedná se o trvalý travní porost vzniklý samozatravněním orné půdy, který se nachází v oblasti, kde panují semiaridní klimatické podmínky – v nadmořské výšce 281 m n. m. s průměrnou roční teplotou 9 °C a průměrným ročním úhrnem srážek 480 mm. Cílem bylo stanovit vliv hnojení na druhové složení porostu, pokryvnost jednotlivých druhů, výšku porostu i na výnosy suché biomasy. Hodnoceny byly varianty: 1 – nehnojená kontrolní varianta, 2 – LAV (N200) + PK, 3 – SA(N200) + PK, 4 – PK, 5 – LAV (N200), 6 – SA (N200).

Ve sledovaném roce 2018 bylo v porostu identifikováno celkem 44 druhů, z nichž 14 druhů tvořily trávy, 8 druhů jeteloviny a 22 druhů zprostředkovalo zastoupení ostatních jednoděložných a dvouděložných druhů. Průměrný počet druhů na variantu se pohyboval od 10 do 15, přičemž bylo zjištěno, že hnojení počet druhů ovlivnilo. Dále bylo patrné, že nejvýraznější variabilitu pokryvnosti na různých variantách hnojení v rámci jednoděložných rostlin vykazovaly lipnice luční a sveřep střešní. Z dvouděložných druhů zejména čičorka pestrá. U těchto druhů byl prokazatelný vliv hnojení. Celková pokryvnost byla nejvyšší na variantách s N – hnojením. Výška porostu se napříč variantami hnojení na tomto pokuse příliš nelišila. Výraznější rozdíl byl mezi variantami 4 (PK) a 6 (SA), ale i ten byl minimální. Avšak vliv hnojení byl zjevný v podílu nízkých a středně vysokých druhů, kde byl statisticky významný rozdíl. Dále se zjistilo, že na výnosy mělo jednoznačně největší vliv dusíkaté hnojení, ale průkazná byla jen první seč. Průměr výnosů na všech variantách byl v první seči 2,8 t. ha<sup>-1</sup> a v druhé seči 1,5 t. ha<sup>-1</sup>. Celkově se společenstvo polního pokusu skládalo z druhů převážně se vyskytujících na stanovištích dobře zásobených živinami, občas na lokalitách s průměrným obsahem živin.

**Klíčová slova:** botanické složení, sukcese, výnosy biomasy, hnojení, mimoprodukční funkce porostu, semiaridní oblasti.

# Spontaneous succession as an alternative method for setting up permanent grassland

## Summary

Permanent grassland is an important landscaping element with valuable and characteristic plant and animal communities for individual areas. Their economic significance has recently decreased, but in terms of environmental protection and other non-productive functions, the importance of TTP has gradually increased. The trend of grassing is evident, and this diploma thesis was focused on it, with the main topic being the method of self-limitation and its importance in the landscape.

In this work was evaluated field trial, which was established in 2013 on experimental plot of Czech Agricultural University in Suchdol. Permanent grassland was created by the self-healing of arable land located in an area with semi-arid climatic conditions, at an altitude of 281 m above sea level, with an average annual temperature of 9 ° C and an average annual rainfall of 480 mm. The aim was to determine the effect of fertilization on the species composition of the stand, the cover of individual species, the height of the stand and the yield of dry biomass. These variants were evaluated: 1 – non-fertilized variant, 2 – LAV (N200) + PK, 3 – SA(N200) + PK, 4 – PK, 5 – LAV (N200), 6 – SA (N200).

A total of 44 species were identified in the crop in the reference year 2018, of which 14 were grasses, 8 were clover species and 22 were other monocotyledonous and dicotyledonous species. The average number of species varied from 10 to 15, with the number of species affected by fertilization. Furthermore, it was evident that the most significant variability of cover on different variants of fertilization within monocotyledonous plants was found in meadow-grass and rooftop brome. The overall coverage was highest in N-fertilized variants. The height of the stand was not much different across fertilization variations on this experiment. However, the effect of fertilization was evident in the proportion of low and medium species where there was a statistically significant difference. Furthermore, it was found that nitrogen fertilization was clearly the biggest influence on yields, but only the first cut was conclusive. The average yield on all variants was 2.8 t ha<sup>-1</sup> in the first cut and 1.5 t ha<sup>-1</sup> in the second cut. Overall, the field trial community consisted of species predominantly found in nutrient-supplied habitats, sometimes at sites with average nutrient content.

**Keywords:** botanical composition, succession, biomass yields, fertilization, non-production function of grassland, semiarid areas.

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce</b> .....	<b>8</b>
<b>2.1</b>	<b>Hypotézy</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Literární rešerše</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1</b>	<b>O krajině</b> .....	<b>9</b>
3.1.1	Vývoj krajiny v České republice .....	9
3.1.2	Využití krajiny a orné půdy .....	11
3.1.3	Úhory v krajině .....	13
<b>3.2</b>	<b>Sukcese a její dynamika</b> .....	<b>16</b>
3.2.1	Spontánní sukcese a její využití pro zakládání porostu .....	18
3.2.2	Botanické složení a četnost druhů .....	20
<b>3.3</b>	<b>Vliv hnojení na trvalé travní porosty</b> .....	<b>21</b>
3.3.1	Dusík .....	22
3.3.2	Fosfor .....	23
3.3.3	Draslík.....	23
3.3.4	Vápník.....	24
3.3.5	Fugát .....	24
3.3.6	Atmosférický spad .....	26
3.3.7	Další zdroje dusíku .....	26
<b>3.4</b>	<b>Ochrana přírody ve vztahu k TTP</b> .....	<b>27</b>
3.4.1	Důležité mimoprodukční funkce TTP .....	29
3.4.2	Zatrávňování půdy a jeho důvody .....	31
3.4.3	Biopásy .....	34
<b>3.5</b>	<b>Semiaridní oblasti</b> .....	<b>35</b>
3.5.1	Semiaridní oblasti v kontextu se samozatrávňováním.....	36
<b>4</b>	<b>Materiál a metody</b> .....	<b>37</b>
<b>4.1</b>	<b>Charakteristika přírodních podmínek</b> .....	<b>37</b>
<b>4.2</b>	<b>Metodika</b> .....	<b>40</b>
<b>4.3</b>	<b>Zpracování dat</b> .....	<b>42</b>
<b>4.4</b>	<b>Statistické metody</b> .....	<b>43</b>
<b>5</b>	<b>Výsledky</b> .....	<b>44</b>
<b>5.1</b>	<b>Počet druhů</b> .....	<b>44</b>
<b>5.2</b>	<b>Pokryvnost druhů</b> .....	<b>45</b>
5.2.1	Hodnocení dle výšky porostu .....	48
<b>5.3</b>	<b>Hodnocení dle Ellenbergova indexu pro výživný režim</b> .....	<b>50</b>
<b>5.4</b>	<b>Hodnocení z hlediska výnosů</b> .....	<b>51</b>

<b>6</b>	<b>Diskuze</b> .....	<b>53</b>
<b>7</b>	<b>Závěr</b> .....	<b>57</b>
<b>8</b>	<b>Seznam literatury</b> .....	<b>58</b>

# 1 Úvod

Ve středoevropských podmínkách jsou travní porosty zemědělsky využívány na pastvu pro hospodářská zvířata (pastviny), na sečení (louky) a na technické účely (trávníky). Všechny jsou závislé na neobnovitelném přírodním zdroji krajiny, na půdě, jejíž produkční schopnost je podmínkou existence a kvality porostů. Zemědělskou činností, která trvá už po staletí, se vytvořily mnohé cenné stanoviště s druhotnými rostlinnými společenstvy. Jejich převaha vede k relativně vyšší ekologické stabilitě, která vytváří příznivé prostředí pro biodiverzitu druhů, nejen rostlinných, ale i živočišných a vytváří trvale udržitelný systém (Hejcman et al, 2013).

Travní porosty zastoupené pestrou a bohatou florou, tvoří v ekosystému důležitý obnovitelný zdroj potravy v potravním řetězci hospodářských zvířat, lesní zvěře, ostatních živočichů jako například včel a dalších, ale i člověka. Mají polyfunkční charakter, kromě produkčních funkcí nabízejí řadu mimoprodukčních, které umožňují zdravější život. V koncepci trvale udržitelného rozvoje trvalých travních porostů hraje důležitou úlohu ekologický přístup, který je velmi úzce spojen s přístupem sociálním a ekonomickým (Novák, 2008).

Lidé v minulosti vynaložili mnoho námahy na vytvoření kulturních lučních ploch, někde si jich cenili dokonce více jak orné půdy. Tyto porosty jsou dědictvím, které je předáváno z generace na generaci. Do budoucna budou TTP nabývat na významu, protože zatravňování orné půdy na svazích a ve zranitelných oblastech se bude zvyšovat (Harmer et al, 2001).

V zemědělství v České republice je tento trend patrný. Pokračuje zvyšování podílu a výměry trvalých travních porostů, u nichž se předpokládají příznivé ekologické funkce v zemědělské krajině. Tyto příznivé funkce jsou ovlivněny především jejich druhovou skladbou, množstvím a dynamikou nárůstu biomasy, její kvalitou a také půdními podmínkami pod travními porosty. Ráz lučních společenstev udávají vytrvalé trávy a dvouděložné byliny, přičemž většina z nich je na našem území původní. Avšak některé hojně se vyskytující druhy jako například psárka luční, pohánka hřebenitá nebo ovsík vyvýšený jsou považovány za zavlečené člověkem (Chytrý, 2012).

Aby si lidstvo udrželo krajinu v kulturním a přirozeném stavu, je důležitá také obnova narušených lokalit, přičemž vždy je potřeba najít vhodnou metodu, která by umožnila znovuzavedení přirozených a vytrvalých druhů. Existují mnohé metody, přičemž na některých plochách se dá uplatnit ta, která je považována za nejpřirozenější – spontánní sukcese (Prach, 2006).



## 2 Cíl práce

Cílem práce bylo stanovení vlivu hnojení na druhové složení porostu, pokryvnost jednotlivých druhů, výšku porostu i na výnosy suché biomasy. To vše v návaznosti na metodu samozatrávnění, která by mohla do budoucna být alternativní metodou pro zakládání trvalých travních porostů. Předmětem práce bylo, jak postihnout významu TTP v krajině všeobecně, tak i významu porostu vzniklého metodou samozatrávnění. Dále také za pomoci odborné literatury a zjištěných výsledků zhodnocení případných výhod a nevýhod této metody.

### 2.1 Hypotézy

**H0: Botanické složení a výnosy porostu vzniklého samozatrávněním jsou ovlivněny hnojením.**

- ✓ Různé hnojení ovlivňuje počet druhů v porostu.
- ✓ Aplikace hnojiv má vliv na výšku porostu.
- ✓ Hnojení má vliv na podíl nízkých, středních a vysokých druhů.
- ✓ Na výnosy má největší vliv dusíkaté hnojivo.
- ✓ Hnojení fosforem a draslíkem zvyšuje podíl jetelovin.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 O krajině

Zabýváme-li se trvalými travními porosty (TTP) je dobré se nejprve podívat na krajinu jako celek, neboť právě její vývoj a charakter má z hlediska této problematiky neopomenutelný vliv. Krajinu si můžeme představit jako živý organismus, který je spoluutvářený i ovládaný. Působí na něj síly, jenž mají různou intenzitu i dobu trvání a působí jak tvořivě, tak i destruktivně. Krajina se formuje kulturními a přírodními procesy, které se navzájem ovlivňují, prolínají, a neustále se mění, přičemž velké změny nemusejí být vždy něčím nenormálním, a naopak změny nenápadné mohou být zásadní. Proto je nezbytné, jak tvrdí Lokoč & Lokočová (2010), vnímat změny v krajině v souvislosti s předchozím nebo současným vývojem společnosti, s historickými událostmi, způsobem hospodaření a dalšími činiteli, které se podíleli na spoluutváření krajiny. Pauknerová & Gibas (2015) tvrdí, že krajinu můžeme vidět jako čítanku, ze které můžeme číst o vztazích mezi lidmi a společenstvími, o tom, jak se navzájem vnímají a přetvářejí.

#### 3.1.1 Vývoj krajiny v České republice

Kulturní krajina v České republice vznikla a přetvářela se již od neolitu tedy mladší doby kamenné, jenž ve střední Evropě trvala zhruba od roku 5300 do roku 4300 př. Kr. (Lokoč & Lokočová, 2010). Během této dlouhé doby měla mnoho podob, ale hlavní uzlové body v celém vývoji byly dle Sádla & Storch (1999) dva. Tím prvním byl její samotný vznik v neolitu, kdy u nás počalo zemědělství a krajina byla od té doby tradičním způsobem obhospodařována. Tím druhým uzlovým bodem se rozumí současné formování krajiny v moderní průmyslovou, tu, kterou známe dnes. Vyznačuje se intenzivní, mechanizovanou, průmyslově pojatou velkovýrobou a můžeme ji nazvat krajinou moderního typu.

Hlavní časové řezy vývoje české kotliny můžeme také znázornit následujícím způsobem dle Cílka (2010). Zhruba před 12 – 18 tisíci lety panovalo na území ČR období glaciálu a všude kolem se rozprostírala tundra. Pahorkatiny byly pravděpodobně zarostlé modříný a borovicí limbou a krajinou se pohybovali mamuti či srstnatí nosorožci. Na území současného státu žilo zřejmě pár set až pár tisíc lovců a sběračů. Dále před 10 – 12 tisíci lety se na území ČR začalo postupně oteplovat, přicházely nové druhy, a to hlavně od Atlantiku, ale i podél Dunaje a přes území dnešního Polska. Krajina se pomalu měnila na lesní plochy,

na území dnešní ČR převládaly mohutné doubravy. V souvislosti se zvyšujícím se počtem lovců a sběračů se neodvratně blížila zemědělská revoluce.

Před 4 – 8 tisíci lety první zemědělci obsadili nejúrodnější oblasti v okolí velkých řek, zprvu využívali volné plochy, postupně však začali s mýcením lesních ploch (Hejcman et al. 2013), čímž způsobili zásadní změnu ve vývoji mnoha rostlinných druhů, které se nyní mohly snáze šířit (Rybka & Josková Jedličková, 2015).

Před 2 – 3 tisíci lety začali lidé osidlovat pahorkatiny a taktéž nastupuje masivní kolonizace jižních Čech, společnost se rozvíjela a směřovala k době železné (Cílek, 2010). Dobytek byl chován volně, přes zimu byl částečně chráněn v osadách a louky byly nepříliš intenzivně přepásány, přičemž seno se sklízelo hlavně v blízkém okolí osídlení. Existují i důkazy o prvních kosách. Ty pocházely ze 6. – 7. stol. př. n. l. a tato doba je považována za počátek sečených luk (Hejcman et al. 2013).

V době v rozmezí od 0 – 600 let n. l. se klima ochlazovalo a zvlhčovalo. Přišly chladné roky a lidé bojovali s morem. Navazuje období 600 – 1000 n. l., které bylo charakteristické stabilizací již osídlených míst. Roky 1000 – 1200 n. l. byly důležité a přelomové, a to z toho důvodu, že se začala využívat koňská síla. Populace se stále zvětšovala a krajina byla více a více kolonizována (Cílek, 2010). Později ve druhé polovině 13. stol. se započaly zakládat města a pokračovalo odlesňování, zároveň přílohové hospodaření vystřídala trojpolní soustava (Chytrý, 2012).

13. až 15. století bylo ve znamení kolonizace posledních lesních celků na Vysočině a v podhorských oblastech. V 16. – 18. století se zde potom rozvíjel průmysl a pokračovalo odlesňování. Kolem roku 1800 ležela více jak čtvrtina orné půdy úhorem, v polovině století to bylo 20 % a v sedmdesátých letech jen 5 % v Čechách a 12 % na Moravě (Lokoč & Lokočová, 2010).

V 19. stol. zažívala krajina obrovský tlak, české země měly převážně agrární ráz, zbytky lesa byly zachráněné díky těžbě uhlí, avšak populace stále rostla (Cílek, 2010). Navíc od poloviny 19. stol. docházelo k dlouhodobému ustájení dobytka, kterému se muselo krmení přivážet. Zemědělci tedy z luk odebírali píci a mizející živiny doplňovali přihnojováním (Chytrý, 2012).

Naše blízká minulost, tedy 20. století, se vyznačovala rozvojem měst, lesní hospodářství začalo být více centrálně řízeno a využívání české krajiny pokračovalo. Stále častěji ji začaly prostupovat nejrůznější stavby, úrodná pole se měnila v lány a dá se říci, že blahobyt ohrožoval krajinu víc než bída. Lidé průběžně opouštěli venkov a začali znečišťovat krajinu průmyslem či automobilovým provozem (Cílek, 2010). Co se travních porostů týče, po roce

1948 s nástupem socialismu byly pozemky ve velkém scelovány, intenzita využití luk se zvýšila, ale mnoho odlehlých a hůře dostupných luk bylo naopak opuštěno (Rybka & Josková Jedličková, 2015).

Po zmíněném roce 1948 nastaly velké změny, zákon o jednotných zemědělských družstvech a snahy o kolektivizaci podstatně změnila ráz české krajiny, která se z nich dodnes vzpamatovává. Scelování pozemků, rozorávání mezí, zvyšování počtu strojů a nárůst počtu hospodařících zemědělských družstev zanechalo své následky. V roce 1950 dle dostupných údajů existovalo v Československu 1 389 zemědělských družstev a jejich počet rostl do roku 1960, kdy dosáhl počtu 8 133 (Toman et al. 2012). Krajina byla využívána intenzivně, protože mimo jiné byla přijata koncepce dosažení soběstačnosti ve výrobě obilovin, což si vyžadovalo zvýšit výměru orné půdy. Degradace travních porostů byla zjevná i z hlediska zvyšováním dávek průmyslových hnojiv a navyšování výnosů (Kvítek et al. 1997).

Je nutno podotknout, že Česká republika prošla dlouhým vývojem a každé časové období přineslo svérázné a dramatické změny. Vrátit čas se ale nedá, vývoj pokračuje a populace se pořád zvětšuje. Lidstvo stojí před novou epochou a má možnost v krajině něco změnit a přispět, třeba i jen pochopením procesů a jevů v přírodě.

### 3.1.2 Využití krajiny a orné půdy

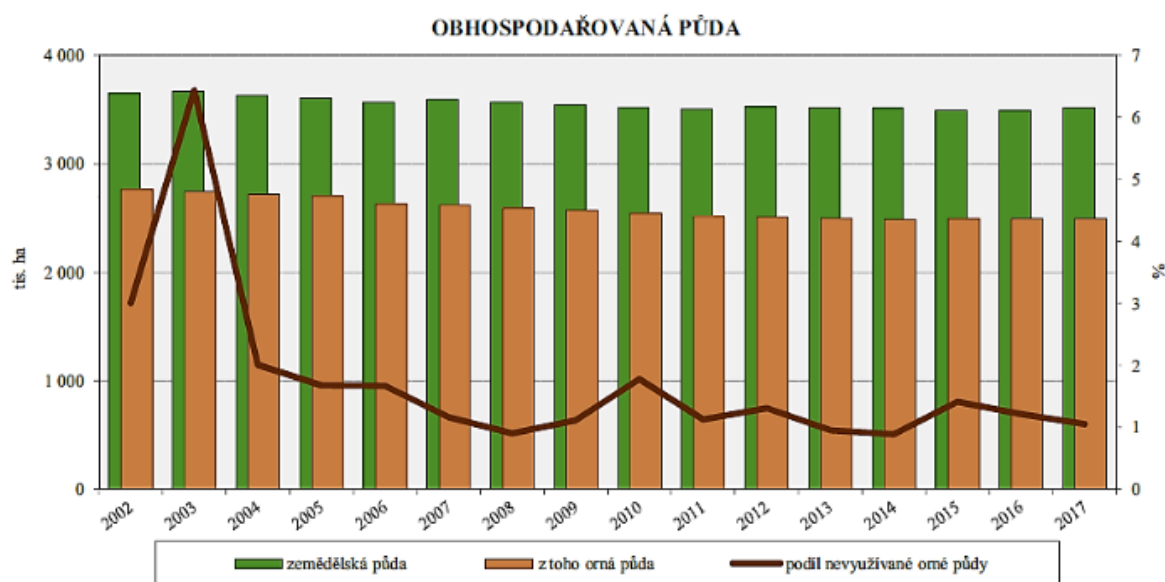
Nejnovější data Českého statistického úřadu ke dni 31. 5. 2018 uvádějí strukturu obhospodařované zemědělské půdy následovně: z celkové výměry obhospodařované plochy 3 523 216 ha tvoří orná půda téměř 2,5 mil ha a trvalé travní porosty zaujímají přibližně 1/3 celkové plochy. Konkrétní čísla jsou v Tabulce 1 (Český statistický úřad, 2018).

*Tabulka 1 Struktura obhospodařované zemědělské půdy 2018 v ČR, zdroj: Český statistický úřad*

Celková výměra obhospodařované plochy	<b>3 523 216 ha</b>
Orná půda	2 486 643 ha
Z toho úhor	25 704 ha
Chmelnice	5 682 ha
Vinice	17 517 ha
Zahrady	777 ha
Ovocné sady	17 440 ha
Trvalé travní porosty	<b>990 094 ha</b>
Ostatní trvalé kultury	5 063 ha

Vývoj obhospodařované půdy je pro názornost naznačen níže (Obrázek 1). Zde je patrné mírné kolísání výměry zemědělské půdy a značnější úbytek orné půdy. Pozorovat lze i podíl nevyužívané orné půdy, ten se pohybuje v rozmezí kolem 500 000 ha až 1 mil. ha s výjimkou roku 2003.

Za posledních sto let se zemědělská produkční plocha snížila přibližně o 1,6 mil. ha. V roce 1918 hospodařily zemědělské podniky na 5,1 mil. ha a vloni činila obhospodařovaná zemědělská půda jen 3,5 mil. ha. Jen mezi roky 1990 a 2015 ubyla zemědělská půda v ČR o 250 tis. ha, tedy o 10 000 ha průměrně ročně, a to v době, kdy ve světě vzrůstají ceny zemědělské a orné půdy. Konkrétně, na jednoho obyvatele dnes připadá 0,4 ha zemědělské a 0,28 ha orné půdy, přičemž se jedná o základní prvek trvalé udržitelnosti a potravinové bezpečnosti (Český statistický úřad, 2018).



Obrázek 1 Obhospodařovaná půda od roku 2002 do roku 2017. Zdroj: Český statistický úřad.

Tento jev je důsledkem dlouholetého vývoje. Už před první světovou válkou se české země, podobně jako jiné hospodářsky vyspělejší evropské země, těšily velkému rozkvětu a postupně ztrácely staletý agrární charakter a měnily se na agrárně průmyslové až průmyslové. Rostlinná výroba patřila k nejdůležitějšímu a nejvyspělejšímu odvětví našeho zemědělství. I osevní plochy jetelovin se rozšiřovaly. Zatímco v roce 1900 činily 10, 8 %, tak v roce 1922 to bylo 17, 7 % orné půdy. Podstatně se rozšiřovalo i zemědělské družstevnictví (Beranová, 2010).

V současnosti na českém venkově žije asi čtvrtina populace a další nemalá část tam tráví velkou část svého volného času, protože vyhledává přírodu pro svůj zájem o ní.

Z hlediska plochy zaujímá travní biom (travní porosty a trávníky) 16 % výměry státu, avšak v podhorských a horských oblastech tvoří až 37 %. Tento fakt se významně podílí na cítění a vnímání lidí, jelikož mozaika krajiny pomáhá vytvořit pestrý obytný a kulturní prostor pro žití, který je díky atraktivnosti krajiny umocněn navíc turistickými zážitky a agroturistikou (Fiala, 2005).

Dle současných odhadů lze dále konstatovat, že více než 30 %, tj. asi 300 tis. ha travních porostů, není z důvodu klesající poptávky pícninářsky využíváno, přičemž náprava se vzhledem k trendu stavů skotu nedá očekávat. Například v roce 2012 přebytek objemných krmiv dosáhl 995 tis. t suché hmoty, což představuje zdroje krmiv pro 212 tis. dobytčích jednotek (DJ), pro které nebylo využití, což pro upřesnění představuje 1/3 produkce TTP (Kohoutek, 2012).

Jak uvádí Fiala (2005), stát se různými ekonomickými nástroji snaží organizovat využití těchto porostů a směřovat je k extenzifikaci, ale často tyto nástroje bývají podmíněné určitými povinnostmi – například minimálním zatížením dobytka či agroenvironmentálními opatřeními, které potencionálního příjemce určité finanční kompenzace obtěžují, a v konečném důsledku vedou k obcházení podmínek.

Zemědělské dotace jednoznačně využívání krajiny ovlivňují. Jsou často probírané, z hlediska jejich výše, orientace i efektivnosti. Objevují se názory, které je ospravedlňují, jiné neshledávají jejich přínos. Pšenčík et al. (2010) například tvrdí, že dotace posilují hospodaření, poněvadž jejich část přijde do rozpočtu státu v podobě daní, které zemědělec uhradí z pořízení majetku a různých služeb. Jiná studie zase účinek dotací shledává jako negativní. Podle Bokusheva et al. (2012) z výsledků analýz vyplývá, že zemědělské podniky se stávají závislými na dotacích, a navíc farmáři se kvůli těmto platbám soustředí především na dobře zpeněžitelné (cash crops) plodiny.

### **3.1.3 Úhory v krajině**

Součástí české krajiny vždy byly a také budou úhory. Jejich pojetí se časem změnilo, avšak do souvislosti s využíváním krajiny patří. Ačkoliv úhory nepřinášejí žádný ekonomický zisk, za to plní v řadě případů důležité funkce v krajině. Některé dnešní úhory spolu s metodou samozatravnění by se mohly navzájem smysluplně doplňovat.

Úhorová vegetace v podstatě existovala v krajině již od pradávna jakožto důsledek možného narušování, ať už to byli velcí býložravci, živelné katastrofy nebo činnost člověka. Rozšíření „pravých“ úhorů v krajině je však vázáno až na počátky zemědělství (Fabšicová

& Vymyslický, 2015). Dnes pod pojmem úhory však máme na mysli spíše neobhospodařované plochy, které často postrádají svůj význam, přičemž zatravnění by pro takové místa mohlo být smysluplným řešením.

Soustava úhorů se vyvinula z přílohové soustavy hospodaření, kterou můžeme datovat do mladší doby kamenné. Příloh byl vlastně víc než dvouletý úhor s přirozenou regenerací rostlinného krytu půdy. První fázi tvořily jednoleté plevely a výdrol z poslední sklizně. V druhé fázi se přidaly trvalé druhy jako například pýr, divizna, pelyněk či pcháč. A třetí fáze (šestý až sedmý rok), která nejvíc prospívala k zúrodnování půdy, tu tvořily víceleté trstnaté trávy zanechávající v půdě velké množství humusotvorných látek. Přílohy se sekaly anebo se na nich pásal dobytek. Zorňováním nových méně úrodných pozemků docházelo ke zkracování doby přílohu na jeden až dva roky až se z něho stal úhor (Bičík et al. 2009).

Rozhodující funkcí úhoru byla regenerace půdní úrodnosti. Trojhonný způsob hospodaření spočíval v rozdělení obdělávané půdy na tři části. Jedna se osela na jaře, druhá na podzim a třetí se nechala ladem, přičemž minimálně jeden rok půda „odpočívala“ - nebyla oseta žádnou plodinou. Vynucovala si to nízká úroveň hospodaření. Chovalo se málo dobytka a výroba stájového hnoje nepostačovala na vyrovnání ztrát organické hmoty v půdě (Beranová & Kubačák, 2010).

Pronikáním „revolučních“ plodin, jetelovin a okopanin do osevních postupů, přestává pravidelné spásání hospodářskými zvířaty. Staré soustavy úhorového hospodaření se začaly měnit, nejprve na zlepšené trojpolní s nižším než třetinovým podílem úhoru. Krátkodobé formy úhorů se diferencovaly podle rozhodujících cílů. Pole ponechané bez kulturních rostlin po celé vegetační období se označovalo jako čistý úhor. Další verzí byl černý úhor, pole se udržovalo bez rostlinného krytu a intenzivně se obdělávalo. A za třetí to byly v trojpolním systému také zelené úhory, a to s dvěma alternativami. V prvním případě se nechalo po sklizni jarní obiloviny strniště, na výdrolu obilovin s pleveli se potom ještě na podzim i v brzkém jaře pásal dobytek a až na konci jara se pozemek začal připravovat na setí ozimu. V druhém případě začaly jeteloviny a okopaniny nahrazovat tradiční úhor, což prakticky znamenalo přechod z trojpolního systému hospodaření na střídavé. Tento přechod byl rychlejší na velkostatech než v malých podnicích, kde se úhory zachovaly v různých podobách až do poloviny dvacátého století (Jamriška et al. 2002).

V současnosti je v zemích Evropské unie prvořadým požadavkem snaha utlumit výrobu a omezit nadprodukcí, hlavně obilnin a olejnin. Dalším požadavkem je omezování degradačních procesů v půdě, především všech forem eroze, vyplavování živin do spodních vrstev půdy či do spodních vod a potlačení růstu plevelů, chorob a škůdců. Neméně důležité

je i podporování diverzity rostlinných a živočišných druhů, ekologický a estetický soulad s okolní krajinou a další požadavky, které vycházejí již z Evropského modelu vícefunkčního zemědělství (European Commission, 1997). Potřeba úhoru vyplynula tedy i ze Společné zemědělské politiky. V roce 1998, po přechodu na integrovaný trh se stalo uvádění půdy do klidu klíčovým opatřením stabilizačních programů, které byly dobrovolné. Farmáři, kteří aspoň na 5 let vyřadili z produkce nejméně 20 % orné půdy získali nárok na finanční kompenzaci (Jamriška et al. 2002).

Dnešní úhory mají mnohá pozitiva. Jedno z pozitiv úhorů v současnosti je například jejich příznivé působení proti vodní a větrné erozi, což souvisí také s ochranou půdy mimo vegetační období. Navíc úhory tvoří úkryt a nabízejí potravu pro mnoho živočichů (například pro koroptve nebo bažanty) a mohou také sloužit jako refugia pro značný počet rostlinných druhů. Na úhorech můžeme narazit i na ohrožené či vzácné druhy plevelů (Bornkamm, 1988).

V české krajině se nyní úhory v pravém smyslu slova téměř nevyskytují. Pokud je nalezneme, jsou většinou vázány na opuštění polí z důvodu nepříznivých podmínek prostředí, jako např. velmi suchá nebo naopak zamokřená pole, místa s vysokým výskytem kamení, šterku, písku nebo jílu. Často se vyskytují v teplejších oblastech, mívají vazbu na okraje různých chráněných území, remízky a cesty, křoviny a lesy. Ve větší míře je lze spatřit například v oblasti Českého krasu. Jsou to bývalá opuštěná pole, na kterých v šedesátých až osmdesátých letech minulého století probíhaly rozsáhlé výzkumy vývoje vegetace (Fabšicová & Vymyslický, 2015). Dále to mohou být místa související s ekologickou obnovou při rekultivacích starých lomů, hald a výsypek.

Obnovou narušených ekosystémů se zabývá obor ekologie obnovy, který se zformoval v devadesátých letech 20. století. Nejdále tento obor, jak teoreticky, tak prakticky, pokročil v USA, ve Velké Británii, Nizozemsku a Německu. Ale také v ČR přispíváme ve využití obnovy na světové úrovni. Jsou zde k dispozici unikátně narušená místa, která vyhovují jako výzkumné objekty (Prach, 2006).

Poměrně dosti se obnovou luk s využitím spontánní sukcese zabývali vědci v Bílých Karpatech. Zde se na travních porostech podepsalo období socialistického zemědělství, ale v roce 1980, po vyhlášení CHKO, začaly snahy o nápravu nevyhovujícího stavu. Z hlediska biodiverzity se jako nejúspěšnější metoda zatrávnění jevila spontánní sukcese, protože se na volnou plochu brzy začaly šířit místní druhy trav a bylin z nejbližšího okolí. Takto zatrávněné plochy jsou v Bílých Karpatech na řadě míst, například v okolí Nové Lhoty a Suchova o výměře téměř 200 ha. Jelikož tyto plochy bezprostředně sousedily se zachovalými komplexy druhově bohatých luk v národních přírodních rezervacích, tak už



po 15 letech se zde objevily mnohé vzácné druhy rostlin jako hořec křížatý nebo některé orchideje jako vstavač vojenský, vemeník dvoulistý nebo pětiprstka žežulník. Později se hledala rychlejší metoda, ale vysévání semen vyšlechtěných druhů byl z hlediska ochrany druhů nežádoucí. A tak se hledal nový způsob, jak louky obnovit. Od roku 1999, za účasti různých organizací, vznikla regionální travinobylinná směs, která nabízí větší pestrost druhů a již po dvou letech je zatravněná plocha vhodná pro hospodářské využívání (Jongepierová, 2012).

Prach (2006) se domnívá, že máme poměrně dobré znalosti o tom, jak hospodařit v rozmanitých degradovaných lučních porostech, aby se obnovily jejich funkce i druhové bohatství. Avšak hůře se poznatky uplatňují při praktických činnostech, protože vědomosti o přirozené obnově stále ještě plně nepronikly k lidem na rozhodovacích místech.

Dále se studiem obnovy luk se zabýval například Sengl et al. (2017) v Rakousku, jenž porovnával účinnost pěti technik obnovy. V projektu se osvědčila technika zapravení sena do půdy. Je to podle autora málo nákladná technika, jenž podporuje přirozenou kolonizaci, třeba stejně jako spontánní sukcese. I metoda transplantace kořene byla efektivní, ale z důvodu její destruktivní povahy nebyl zmiňován její přínos. Dále se obnovou travních porostů zabýval Kelemen et al. (2017) v USA, jenž sledoval diverzitu porostu během vývoje na opuštěném poli, výnosy biomasy, rozptýlení semen, konkurenční schopnost i stresovou toleranci druhů. Například bylo zjištěno, že úloha prostorového a časového rozptýlení semen je důležitá nejen v počátečních, ale i v následných etapách, nebo že během vývoje se zvyšuje stresová tolerance a snižuje se ruderalita.

### **3.2 Sukcese a její dynamika**

Na první pohled se může zdát, že pohled na vegetaci v určitém místě je neměnný. Obraz, na který koukáme je tvořený mozaikou rostlin, která nemění polohu ani velikost. Avšak při opakovaných návštěvách stejného místa časem zjišťujeme, že vegetace se přeci jen do určité míry mění a tyto změny můžeme nazvat právě dynamikou vegetace. Tato dynamika má dle většiny autorů dva typy. Rozlišuje se na fluktuaci, tedy na krátkodobé, vratné změny, které celkově nemění vzhled vegetace a na sukcesi, kdy se naopak vzhled zřetelně mění a přibývají nové druhy (Ujházy, 2003; Huallachain et al. 2016).

Pojmem sukcese rozumíme kontinuální proces kolonizace neboli nahrazování druhů nebo celých společenstev jinými na určitém místě. Tyto změny označujeme jako samovolné, dlouhodobé, jenž na daném stanovišti probíhají určitým směrem, někdy až do konečného

stadia, které označujeme jako klimax (Prach, 2006). Zjednodušeně řečeno, sukcese znamená, že populace konkurenčně slabších druhů je postupně nahrazena populacemi silnějšími (Sádlo & Storch, 1999).

Jašek (1962) se domnívá, že vývoj v živé přírodě, může mít jak progresivní, tak i regresivní povahu, a to platí i pro rostlinná společenstva. Pakliže by byl progresivní vývoj univerzální, bylo by nevysvětlitelné, proč v současnosti koexistují vysoce i méně vysoce organizované druhy. Kdyby šel vývoj plynule od nižšího k vyššímu, od jednoduchého ke složitějšímu, existovaly by dnes v rámci vývojového žebříčku jenom nejvyšší druhy. Dle autora můžeme tvrdit, že progres a regres jsou tedy dva nutné momenty každého vývoje.

Spontánní sukcese a rozvoj ekosystémů s ní spojený na původně neplodných plochách měla vždy velký význam pro lidi a v současnosti je, i když jen výjimečně, nástrojem pro již zmíněnou obnovu lučních porostů, kde je možno využít tento mechanismus a třeba napravit zdevastovanou část krajiny (Walker & del Moral, 2003).

Sukcesi tradičně dělíme na primární a sekundární (Míchal, 1994). Ta primární představuje vývoj celého ekosystému i s jeho biotickými i abiotickými součástmi a uskutečňuje se na místech, kde půda není vyvinuta a nejsou zde přítomny žádné rostlinné diaspory. Takové podmínky mohou být vytvořeny při povodních, zemětřeseních, hurikánech nebo po výbuchu sopky či vytěžení lomu (Silvertown, 1980). Sekundární sukcese se uplatňuje v již existujících společenstvech s nějakým biologickým pozůstatkem tedy na vyvinutých substrátech se zásobou semen, které narušila nějaká disturbance buď přírodního, nebo antropogenního charakteru, jako například vichřice, požár, opuštění pole atd. (Míchal, 1994), jenž se uplatňuje právě při mechanismu samozatravnění.

Connell & Slatyer (1997) popisují tři možné mechanismy sukcese na alternativních modelech sukcesního vývoje. Tyto modely se nazývají facilitační, toleranční a inhibiční a jsou vysvětleny následovně.

**Facilitační model** popisuje osidlování území raně sukcesními druhy, jež vytvářejí podmínky pro druhy nově přichozí, které hledají vhodné místo pro uchycení. Tyto druhy se nazývají pionýrské (např. mechy, lišejníky, bříza bělokorá, vrba jíva, jeřáb břek, topol osika, olše lepkavá) a vyznačují se vysokou růstovou rychlostí a efektivitou šíření. Proces je označován jako facilitace a sehrává důležitou roli v již zmíněném raném stádiu.

**Toleranční model** předpokládá, že druhy, které se uchytily první, mají malý nebo žádný vliv na druhy, které přišly později. Jedinci si navzájem nekonkurují, ale tolerují se, přičemž ty pozdější se dle tohoto modelu uplatňují postupně díky svému pomalejšímu růstu a delšímu životu. Podmínky sobě navzájem neovlivňují a společenstvo sestává z těch nejtolerantnějších.

**Inhibiční model** předkládá, že raně sukcesní druhy inhibují rozvoj druhů následujících a může dojít k zablokování sukcese, čímž se pionýrské druhy stávají dominantními. Noví jedinci se mohou prosadit až po nějaké disturbanci, přemnožení herbivorů či po zániku původních společenstev.

### 3.2.1 Spontánní sukcese a její využití pro zakládání porostu

Česká republika se řadí k biomu temperátního listnatého opadavého lesa, což znamená, že když bychom nechali část krajiny ležet ladem, spontánně se bude vyvíjet směrem k listnatému lesu. Avšak jsou tu i omezení, na některých místech je sukcese blokována, určují to další faktory jako je mikroklima, půdní a geologické podmínky či činnost určitých živočichů (Sádlo & Storch, 1999; Makoto & Wilson, 2019).

Louky, které lidstvo užívá, jsou antropogenním společenstvem a bez stálého obhospodařování by zanikly (Sádlo & Storch, 1999), a proto se využívá různého managementu, aby se zarůstání těchto ekosystémů zamezilo. Louky jsou ohroženy třemi hlavními faktory: sukcesí, eutrofizací a šířením expanzivních a invazních druhů, jež se navzájem ovlivňují (Sádlo, 2004).

Samozatravnění lze definovat jako samovolné utváření travního porostu na odlesněných plochách nebo na půdě ponechané ladem (Hrevušová et al. 2017). Jako první zaujmou plochu jednoleté plevely a pýr plazivý, ve vyšších polohách může převažovat medyněk měkký. Tyto druhy, kterým se daří na kypré půdě pomalu ustupují a dávají prostor jiným vytrvalým druhům. Avšak tuto fázi může narušit či zbrzdit invaze konkurenčně silnějších jedinců, jako je např. třtina křovištní (Kvítek, 1997).

Využití spontánní sukcese pro založení produkčního či druhově bohatého porostu se všeobecně nedoporučuje. Z hlediska požadovaného rychlého vzniku je nejméně vhodný, protože poskytuje podmínky pro rozšíření nebezpečných plevelů (Šrámek, 2004). Avšak dle Hrevušové et al. (2017) lze spontánní sukcesí využít pro zakládání porostů, které nebudou určeny k produkci píče, ale budou využívány pro cenné ekologické funkce.

Příznivější metoda, než úplné samozatravnění porostu jsou částečné výsevy bylinných směsí do úhorů. Jsou nízkonákladové, protože se vysévají jen pásy, které využívají cca 12 % plochy. Avšak při této metodě je nutné dodržovat určité zásady. Je vhodnější osévat širší několikametrové pruhy, naopak neoseté části volit užší. Ve výzkumu Šrámka (2004) se úspěšně rozšířily kostřava luční a úzkolisté kostřavy, dále trojštět žlutavý, sveřep vzpřímený, třezalka tečkovaná, jitrocel kopinatý, místně pcháč oset.

Přístupům, které upřednostňují přírodní procesy, lze vyhovět tam, kde se ekosystém může dostat do fungujícího stavu spontánní sukcesí. Někde postačí jen změnit některé faktory, například zvednout hladinu vody či dosázet žádoucí rostliny a jinde zase změnit management a třeba začít sekat (Prach, 2006).

V rámci samozatravnění je nutné spoléhat na sekundární sukcesí a tedy na tzv. půdní semennou banku, jež by do budoucna mohla být potenciálním producentem rostlinného pokryvu. Druhy se do půdního profilu dostávají disperzí a setrvávají zde až do doby, kdy nastanou vhodné podmínky pro jejich vyklíčení. Semena mohou být rozšiřována různými způsoby a na různé vzdálenosti. Rozšiřování semen větrem či ptáky často probíhá na velké vzdálenosti, přičemž ptáci jsou schopni šířit i semena podstatně větší než vítr. Mravenci zase semena šíří naopak na krátké vzdálenosti a zajišťují tak rozšíření druhů na lokální úrovni. Velkou roli hraje také voda, jež je schopna smyvem půdy či po proudu řeky šířit nejrůznější diaspory. Tito činitelé dohromady ovlivňují semennou banku, která se může od aktuální vegetace v okolí lišit (Thomson et al. 1997).

Důležitou vlastností, která je rozhodující v šíření rostlinného druhu je dormance. V semenné bance může jedinec přečkat nepříznivé období, krátké či dlouhé, a když přijdou vhodné podmínky, znovu vyklíčit a dále se rozmnožovat. Problémem je, že existují druhy, které semennou banku netvoří a tím se obnova společenstva tohoto druhu komplikuje (Handlova & Munzbergova, 2006).

V pokusech Jamrišky et al. (2012) s přirozenou regenerací převládli v prvním roku merlíkovité (merlík bílý) a laskovcovité (převážně laskavec ohnutý). V druhém roku úhoru se začal prosazovat pcháč oset. Ve třetím roku se vedle pcháče začali objevovat druhy jako turanka kanadská, ruderální pampelišky, ale i tráva a jeteloviny. Ve čtvrtém a pátém roku potom pokračoval stejný trend.

Dynamikou fytoocenóz se zabýval například Leck (1998) a studoval zásobu semen na čerstvě opuštěném zemědělském poli a vývoj zde po dobu deseti let (1984 – 1994). Během té doby se ve vzorcích polních kvadrátů vyskytlo 61 druhů, přičemž 81 až 95 % osiva pocházelo ze zásoby semen v půdě.

Studiem sukcese na opuštěném poli se zabývali i další autoři. Například v Anglii Harmer et al. (2001), kteří se zaměřili na vývoj druhů z hlediska světla, zkoumali jedince náročné na světlo a druhy odolné vůči stínu. V jejich případě se jedná o nejdelší výzkum floristického vývoje na zemědělské půdě, jež byl zaznamenáván v nepravidelných intervalech 100 let. Dále se sekundární sukcesí zabývali třeba i Csecserits & Rédei (2009) v Maďarsku. Ti tvrdí, že počet druhů se na opuštěném poli ustálil během dvou let a během

následujícího roku se měnila pouze početnost těchto druhů. Autoři tvrdí, že spontánní sekundární posloupnost vede k polopřírodní vegetaci.

### 3.2.2 Botanické složení a četnost druhů

Pestrost ekologických podmínek travních společenstev umožňuje velkému počtu travin, jetelovin i dalším druhům, rozšířit se na nejrůznější místa (Huallachain et al. 2016). Pakliže do výběru zahrneme i stanoviště extrémní, jako například okolí bažin či zasolené půdy, tak se tento počet odhaduje na více než tři tisíce druhů a poddruhů. Na místech, která jsou obhospodařována, je druhová pestrost výrazně menší, počet druhů na porost se pohybuje kolem čísla 250 (Lichner, 1957).

Kvítek (1997) uvádí, že faktory, které určují skladbu travnatých porostů, dělíme na dvě hlavní skupiny. Na ty, které nelze (nebo pouze minimálně) lidskou činností změnit a na ty, které jsou člověkem ovlivnitelné. Klimatické poměry, geologický podklad a druhový základ v oblasti patří mezi faktory, které jen těžko změním, avšak vodní režim, obsah humusu, obsah živin a další lze vnějším zásahem ovlivnit. Řada z již uvedených vlastností je vegetací zpětně ovlivňována, avšak přirozená vegetace spíše odráží dané vlastnosti (Michaud et al. 2012). Veškeré působící faktory nelze hodnotit staticky, je potřeba brát v úvahu průběh roku a s ním změny, které jedinečný rok může přinést, jako je například kolísání hladiny podzemní vody, suchý rok apod.

Obecně platí, že jeteloviny jsou charakteristické rychlým nárůstem hmoty, nejvyšší produkce dosahují již ve druhém vegetačním roce a jejich podíl v dalších letech klesá. Jsou významnou složkou porostů, která zlepšuje kvalitu píce (zvyšuje obsah bílkovin). Pro sušší lokality semiaridního charakteru se v případě výsevu travní směsi doporučuje například štírovník růžkatý. Volně trstnaté trávy (ovsík vyvýšený, srha laločnatá, trojštět žlutavý a další) tvoří základ porostu, dokud se dostatečně nerozvinou výběžkaté druhy trav, přičemž mají v porostu vytrvalost pět až sedm let. Výběžkaté trávy, které udržují porost hustý a relativně stabilní desítky let se rozmnožují většinou pomocí odnoží, čímž zahušťují drn. Jejich výhodou je tedy neomezená regenerace, ale nevýhodou je velmi pomalý vývin. Příkladem těchto trav je například lipnice luční, která je velmi přizpůsobivá, dále kostřava červená či psineček výběžkatý (Hrevušová et al. 2017).

### 3.3 Vliv hnojení na trvalé travní porosty

Pod pojmem hnojení se rozumí přidání přírodních nebo syntetických látek do půdy či na list rostliny, čímž rostlina získá jednu nebo více živin potřebných pro svůj růst. Slouží tedy k doplnění látek, které byly nějakým způsobem odebrány, například sklizní, vyplavením živin apod. Některé přírodní složky jako exkrementy hospodářských zvířat, sádra či popel jsou pro zvyšování produkce používané po tisíciletí, již naši předci znali jejich pozitivní účinek (Pavlů et al. 2017).

Hnojení luk se provádí v zásadě podle režimu a velikosti sklizně. Pokud jde o udržení charakteru daného lučního porostu, mělo by dodávání živin odpovídat jejich odběru v biomase. Pakliže se vysoce produkční biotop přestane s určitou intenzitou hnojit, pravděpodobně v průběhu několika let dojde k snížení produkce i ke změně druhového složení v porostu (Blažková, 2004). Vliv hnojení na botanické složení určitého porostu je tím větší, čím více je minimalizován celkový nedostatek živin a čím lepší jsou přírodní podmínky (Mrkvička & Veselá, 2001).

Jednoznačně nezanedbatelný vliv má hnojení na druhovou diverzitu, výnosy i kvalitu píce. Vyrovnané hnojení N, P, K či používání statkových hnojiv je předpokladem pro možnost dlouhodobého využívání TTP i pro udržení významných krajinných funkcí v krajině (Mrkvička & Veselá, 2002).

Při vyrovnaném hnojení a za příznivých klimatických podmínek by v TTP měli mít převahu trávy, pakliže je převaha dvouděložných bylin, jsou patrné horší ekologické podmínky na stanovišti. Floristické složení je tedy odrazem všech ekologických faktorů a jejich interakcí včetně podmínek obhospodařování (Mrkvička & Veselá, 2001). To potvrzují i Sádlo & Storch (1999), složení společenstva podle nich závisí na několika aspektech, například na geografické poloze, stanovištních podmínkách a neméně na způsobu obhospodařování.

Pötsch (2007) tvrdí, že extenzivní využívání TTP vykazuje vyšší počty druhů. Oblasti, kde tato forma obhospodařování převažuje, nabízí větší přínos z hlediska botanické rozmanitosti. Samozřejmě musí ovšem být respektovány vlastnosti stanoviště, a hlavně ochota udržovat méně výnosné plochy.

Dle Velicha (1994) hnojení zvyšuje výnosy a kvalitu TTP ze dvou hledisek. Prvním je zvyšování produkce hmoty všech druhů zastoupených na stanovišti, včetně těch méně hodnotných. A druhé hledisko míní, že hnojení mění druhové složení. Podporuje druhy, které vyžadují přístupné živiny (především vysoké trávy) a tím potlačují ty méně vzrůstné.

Zjednodušeně řečeno, i z méně hodnotného porostu lze pomocí hnojení (opakovaného a přiměřeného), vytvořit porost kulturní.

Je nutné zmínit, že v chráněných krajinných oblastech, a i v dalších chráněných územích, je hnojení dle zákona č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny zakázáno (Kvítek et al. 1997).

### 3.3.1 Dusík

Dusík je nutnou součástí bílkovin a nukleových kyselin, a proto je klíčovým pro vše živé. Hlavními zdroji N-výživy je vedle vzdušného dusíku, který je poután symbiotickými mikroorganismy rodu *Rhizobium* na kořenech bobovitých rostlin, dusík průmyslových a statkových hnojiv (Mrkvička & Veselá, 2001).

Důležitá je forma dusíku (amonný či nitrátový). Hlavní způsob, jak rostliny přeměňují anorganický dusík na organický je příjem kořeny a následná redukce a asimilace nitrátů. Z forem dusíkatých hnojiv je nejvhodnější ledek amonný s vápencem, ledek vápenatý či síran amonný, ten se však nedoporučuje na kyselějších půdách (Tang et al. 2017).

Na dodání dusíku v minerální formě reagují rostliny rychlým růstem, avšak je zapotřebí ho dávkovat tak, aby nedocházelo k jeho ztrátám. Nadbytek dusíku má negativní vliv na vyžívání rostlin a snižuje se i odolnost vůči meteorologickým změnám i škůdcům (Záhora, 2011). Zehnálek et al. (2006) jmenují podle vlivu živiny na růst a vývoj rostliny čtyři třídy: deficit, optimum, nadbytek a toxicitu. Nadbytek však u samozatrávnění není hrozbou. Intenzivní louky se hnojí dávkami 100 (120) – 200 kg N. ha<sup>-1</sup>, přičemž procentní zastoupení trav v porostu se s dávkou výrazně zvyšuje (Mrkvička & Veselá, 2001). S tímto tvrzením je v souladu Novák (2008) a dodává, že dusíkatá hnojiva redukuje počet zastoupených druhů v porostu, hlavně leguminózy a ostatní byliny.

Broyer & Prudhomme (1995) sledovali, jak se při různých dávkách dusíkatého hnojiva mění druhová diverzita travních porostů. Zjistili, že už malé dávky dusíku zredukovaly zastoupení jílku vytrvalého, kostřavy luční a lipnice luční i obecné. Naopak dlouhodobé hnojení dávkami nad 120 kg. ha<sup>-1</sup> zapříčinilo rozšiřování například psárky luční a pýru plazivého, jenž se mohly stát dominantami daného travního porostu. Intenzivní hnojení dále umožnilo rozšíření metlice trstnaté.

Dusíkaté hnojení může podpořit ruderální plevely, přičemž některé jsou označovány jako nebezpečné. Například pelyněk černobýl, je to agresivní a konkurenčně velmi zdatná rostlina, která se dokáže hlavně na neudržovaných plochách silně přemnožit. Pelyňku

vyhovuje výživná vysychavá půda, kde dokáže rychle zaplnit prostor. Vhodné je odstraňovat ohniska zaplevelení opakovanou sečí či používáním lokálních herbicidů (Mikulka & Kneifelová, 2005).

### **3.3.2 Fosfor**

Celkové množství fosforu v půdě kolísá od 0,01 – 0,15 %. Půdy s vyšším obsahem organické hmoty zpravidla vykazují vyšší obsah P, zatímco půdy lehké s malým podílem organické hmoty obsahují P méně. Převážná část celkového P v půdách je pro rostliny nepřijatelná, avšak některé minerální a organické sloučeniny fosforu slouží jako potenciální zdroj pro výživu. Fosfor je málo pohyblivý a průnik do hlubších horizontů půdy i po dlouhodobém hnojení je malý, avšak při porovnání obsahů P v orné půdě a v trvalém travní porostu je vidět vyšší posun právě u TTP. U nich je transport pravděpodobně ovlivněn drnovou vrstvou, vyšším obsahem organické hmoty, činností kořenů, ale i nižší hodnotou pH (Vaněk, 2012).

Hnojení fosforem mírně zvyšuje podíl jetelovin na úkor ostatních dvouděložných druhů a tím příznivě ovlivňuje kvalitu píce, která je pro býložravce chutnější při vyšších dávkách dusíku (Velich, 1994).

Nejpoužívanějšími hnojivy jsou superfosfáty, u kterých by se měl ale hlídat obsah kadmia. Roční dávky fosforu se obvykle pohybují od 30 do 50 kg na 1 ha, ale lze hnojit i do zásoby na 2-3 roky. Hnojí se nejčastěji na podzim nebo brzy na jaře, v době, kdy nehrozí vyplavení (Mrkvička & Veselá, 2001).

### **3.3.3 Draslík**

Obsah draslíku u většiny půd se pohybuje od 0,5 do 3,2 %. Menší množství obsahují pouze půdy písčité a rašelinové. Draslík se v půdách nachází hlavně v anorganických sloučeninách (primárních a sekundárních křemičitanech) a dělí se na tři kategorie: nevýměnný, výměnný a vodorozpustný, přičemž vodorozpustný draslík je pro rostliny nejlépe přijatelný. Jeho obsah by se měl pohybovat okolo 20 mg K/l (Vaněk, 2012).

Draslík výrazně ovlivňuje fotosyntézu, ale i řadu dalších biochemických a fyziologických procesů. Je důležitý pro celkový zdravotní stav a kvalitu rostlin, travním porostům pomáhá lépe odolávat suchu, nízkým teplotám nebo poléhání (Mrkvička & Veselá, 2001).



Z výsledků Broyera & Prudhomme (1995) vyplývá, že vysoké dávky fosforu a draslíku zvýšily zastoupení jetelovin a trav na úkor chráněných druhů. Vhodná doba hnojení porostů je u draslíku důležitější než u jiných živin. Doporučuje se hnojit až po první seči, pastviny až po druhé seči, lze tak dosáhnout vyrovnané výživy. Používají se draselné soli (Mrkvička & Veselá, 2001).

### 3.3.4 Vápník

Vápnění patří mezi opatření, která přispívají k rozvoji druhové diverzity. V případě neutrální reakce při včasném vápnění můžeme postupně omezit vysoké trávy. Nejvhodnější z důvodu pozvolného uvolňování je uhličitanová forma –  $\text{CaCO}_3$  (Kvítek et al. 1997). Klimeš et al. (2004) doplňují, že vápnění způsobuje lepší propustnost půdy i její výhřevnost. Skladba porostu je po vápnění pestřejší, prosazují se i druhy náročné na karbonáty – např. kostřava luční, sveřep vzpřímený, psineček výběžkatý, a vápnostřežné druhy – jako např. metlička křivolaká, smilka tuhá aj. jsou naopak tlumeny.

Avšak ke každému stanovišti je zapotřebí přistupovat nezávisle. Je zbytečné vápnit na bazických horninách nebo tam, kde se hnojí ledkem amonným s vápencem, který obsahuje 5 – 11 % Ca či superfosfátem, kde je dokonce až 20 % Ca (Klimeš et al. 2004).

Celkově by se mělo počítat s tím, že živiny nedodává jenom člověk, ale existují i jiné, třeba nahodilé způsoby dodání, jako je splach z vedlejšího pozemku či usazení zerodované zeminy v záplavové oblasti (Blažková, 2004).

### 3.3.5 Fugát

Alternativní zdroje energie jsou v dnešní době vítanou celosvětovou záležitostí. Andert et al. (2014) píší, že v kontextu se zatravňováním orné půdy a se zvyšováním travní plochy vzniká tzv. zbytková biomasa, do které zahrnujeme i materiál z údržby městské zeleně a celkově krajiny. I tuto biomasu lze využít, nejlépe pro výrobu bioplynu. Biomasa je vhodná pro anaerobní fermentaci, přičemž vyšší výtěžnosti je dosahováno u trav v časném stádiu zralosti s obsahem 20 – 30 % sušiny. U travní biomasy je také poměr C : N výhodný a čím mladší rostlina je, tím je i poměr lepší, přičemž průměr se pohybuje v poměru 30 : 1.

I jiní autoři sdílí myšlenku, že TTP jsou hlavním poskytovatelem pro bioplynové stanice, ačkoliv v jiných zemích jako třeba v Polsku jsou správně především zdrojem krmiva pro chovaný skot (Wasilewski & Gutkowska, 2009).

Travní porosty jsou tedy jednou z možných komponent, které můžeme pro výrobu bioplynu použít. V případě zemědělské bioplynové stanice (BPS) jsou ale časté i další složky, jenž v konečném výsledku dohromady s biomasou travních porostů vytvoří fermentační zbytek, který je schopný dalšího využití. Veškeré vlastnosti komponentů se však odráží ve vlastnostech fugátu (obsah sušiny, živin, rizikových prvků i hodnota pH) (Vítěz, 2013).

Fermentační zbytek (digestát) se skládá z pevné (separát) a kapalné (fugát) frakce a z každé BPS vzniká originální, protože každý provozovatel vkládá do procesu jiné materiály (Panuccio, 2019). Obě frakce lze použít jako hnojivo. Jednou z variant je přímá aplikace na půdu anebo je možné z digestátu vyrábět obohacený kompost, který lze dále zpracovávat například do pěstebních substrátů (Marada et al. 2008). Panuccio et al. (2019) tvrdí, že digestát zvyšuje úrodnost půdy.

Fugát obsahuje poměrně vysoké dávky dusíku, z něhož 60 – 80 % tvoří amoniakální dusík (N–amon), poté fosforu, draslíku, hořčíku i vápníku. Míchal et al. (2017) navíc uvádí, že fugát je charakteristický mírně zásaditou hodnotu pH (cca 7,5 – 8,5). Dusík ve fugátu je v minerální podobě, je tedy okamžitě dostupný pro rostliny. Avšak obsah sušiny se pohybuje mezi 2 – 4 %. Jiní autoři udávají až 10 % (Kolář et al. 2008). To značí riziko z hlediska vyplavování živin. Proto lze předpokládat, že aplikace na travní porost, spíše než na ornou půdu, by byla z tohoto důvodu optimálnější a perspektivní.

Digestát a jeho vlastnosti shrnula Pančíková (2016) následovně:

- ✓ Základní digestát obsahuje: 0,4 – 0,7 % N; 0,15 – 0,25 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 0,3 – 0,5 % K<sub>2</sub>O. Hodnota pH 7 – 9. Dusík se z hnojiva uvolňuje rychle.
- ✓ Fugát obsahuje: 0,1 – 0,3 % N+ 0,05 – 0,10 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 0,1 – 0,2 % K<sub>2</sub>O. Zde se pH pohybuje v rozmezí od 7 do 9. Dusík se z fugátu uvolňuje rychle.
- ✓ Separát obsahuje: 0,6 – 1,0 % N; 0,3 – 0,5 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 0,4 – 0,7 % K<sub>2</sub>O; hodnota pH 7 – 9. Zde se jedná o pomalu uvolnitelný dusík.

Z výše uvedeného vyplývá, že travní porosty mohou posloužit travním porostům, přičemž fugát je pravděpodobně lepší než přímá aplikace kejdy na travní porost. Při metodě samozatrávnění se s hnojením příliš nepočítá, avšak fugát, jako jedno z možných přírodních hnojiv, by mohl být vhodným řešením pro alternativně vzniklý porost, neboť je to hnojivo s nižším obsahem organických látek, a tudíž by nepodporovalo ruderální plevele.

### 3.3.6 Atmosférický spad

Relativně nezanedbatelnou součástí přísunu živin je i atmosférický spad. Suchar & Sucharová (2005) studují množství atmosférických depozit pomocí suchozemských mechů. Atmosférické spady v podobě kyselých dešťů, přízemního ozonu, různých pevných aerosolů s jedovatými prvky a sloučeninami dusíku způsobují především ekologickou i ekonomickou škodu a způsobují nespočet zdravotních problémů, avšak jsou i doprovodným zdrojem živin. Spad ze sopečné činnosti, požárů vegetace či větrných a prašných bouří je aktuální od nepaměti, současný spad je navíc obohacen o emise z průmyslové činnosti, z výfuků aut, z herbicidů, zkrátka z činností člověka a všechny tyto látky se ukládají a rozpouštějí v půdě. V případě výzkumu Suchara & Sucharové (2005) jsou koncentrovány v mechovém segmentu, a za pomoci věku studovaných mechů lze pomocí převodních koeficientů spočítat průměrný roční spad prvků na daném místě, kde mech roste.

Emise dusíku jsou dnes závažný problém, jsou spojeny se spalováním ušlechtilých paliv a motorová vozidla jsou jeho primárním zdrojem. Situace ve městech je o to horší. Je odhadováno, že hmotnostní jednotka exhalátů z motorové dopravy je ve městě a velkých aglomeracích desetinásobná oproti exhalátům vzniklým z jiných zdrojů jako jsou průmysl či topení v domácnostech, a dokonce stonásobná oproti jiným exhalátům v oblastech mimo město (Adamec et al. 2006). Hromádko (2012) konstatuje, že za vysokých teplot vznikají oxidy dusíku ( $\text{NO}_x$ ), které zastupuje hlavně oxid dusnatý (NO), v menší míře oxid dusičitý ( $\text{NO}_2$ ) a oxid dusný ( $\text{N}_2\text{O}$ ), jenž se dostávají do životního prostředí.

### 3.3.7 Další zdroje dusíku

Plocha, jenž vznikla metodou samozatravnění, by měla být využívána jednoznačně extenzivně, přičemž dusík, jak už bylo řečeno, je pro rostliny nejzásadnější ze všech živin a lze jej získávat i jinak nežli prostřednictvím lidské činnosti. Rostlina je soběstačný organismus, dokáže hlavní zdroj své energie získávat i jinými způsoby. Zehnálek et al. (2006) popisuje příjem vzdušného dusíku prostřednictvím bakterií rodu *Rhizobium*, jenž žijí v symbióze v hlízách v kořenovém systému bobovitých rostlin. Rostliny díky těmto bakteriím fixují 10 až 30 kg dusíku na  $\text{m}^2$  za rok. Bakteriální buňky se spojí, vzniknou bakteroidy, jenž redukují dusík na amoniak, a navíc vzniká kyselina asparagová, asparagin a glutamin, jenž se v metabolitu dusíku využívají.

Je záhodno počítat i s živinami, které na pozemku takzvaně zbyly z dob orné půdy či s těmi, které tam jsou v rozhodující míře zabudované. Jak uvádí Zehnálek et al. (2006),

především organicky vázaný dusík je v ornici stálý. Z půdních zásob se ho mineralizací zpřístupní až 90-200 kg na hektar. Avšak v obratu živin plní svou nezastupitelnou úlohu také odumřelá biomasa (Veselá et al. 2018).

Z tohoto přehledu vyplývá, že správný vývoj travních porostů je přísunem živin jednoznačně podmíněn, přičemž může působit jak pozitivně, tak i negativně. Na porostu, který vznikl samozatravněním, se však s minerálním hnojením nepočítá, neboť jeho funkce spočívají hlavně ve významném ekologickém poslání a chemické hnojení by přirozenému porostu spíše ublížilo, ale i přesto lze v určité míře s nějakými živinami počítat. Do úvahy lze brát zásobu živin z doby orné půdy či živiny z odumřelé biomasy. Rostliny mohou využít i dusík získaný z atmosféry pomocí bobovitých rostlin nebo mohou čerpat z atmosférického spadu. Otázkou zůstává použití fugátu, jako alternativního hnojiva, jenž musí splňovat požadavky dle zdejší legislativy.

### **3.4 Ochrana přírody ve vztahu k TTP**

Současný moderní člověk žije v uměle vzniklém prostředí, avšak bez přírody kolem by existovat nemohl. Platí obecné povědomí, že by přírodu měl chránit, ale jak by taková ochrana měla vypadat, je otázka mnohem složitější, neboť člověk a příroda je, jak říká Sádlo (2004) „jako oheň a voda“. Tento autor se dále zamýšlí nad smýšlením lidí a ptá se: „Za přírodou jsme dosud jezdili do Tater či do Alp, ale co u nás v Horní Lhotě, tam není příroda?“ Mnozí z nás si neuvědomují nebo si nechtějí připustit, že často hned za našimi domy začínají přírodní komplexy, které jsou pro nás zlatem, stejně jako třeba české pivo (Sádlo, 2004) a jsou potřeba chránit, se vším, co česká příroda má, včetně luk a pastvin.

Příroda, krajina a člověk od sebe nejdou oddělit a souvisí i s dalšími složkami životního prostředí (půdou, ovzduším, vodou). Základy ochrany přírody a krajiny jsou položeny již v Ústavě ČR i v Listině základních práv svobod a základním právním aktem na území ČR v této věci je zákon č. 40/1956 Sb. o státní ochraně přírody. Tento zákon definoval hlavně ochranu, kterou dnes jmenujeme jako zvláštní, tedy týkající se především cenných území a konkrétních ohrožených rostlin a živočichů. Později vznikl zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny, který nahradil zákon předcházející. Ten obsahuje celou řadu nástrojů, a kromě ochrany zvláštní je zde obsažena i ochrana obecná (Borovičková & Havelková, 2005). Ochrana přírody a krajiny podle tohoto zákona zajišťuje mimo jiné ochranu a vytváření systému ekologické stability, obecnou ochranu planě rostoucích rostlin a volně žijících organismů, obnovu nových přírodně hodnotných ekosystémů, například při

rekultivacích a jiných velkých změnách ve využívání krajiny, ochranu krajiny pro ekologicky vhodné formy hospodářského využívání, turistiky atd. (Zákon č. 114/1992). Ve zkratce řečeno, v tomto stěžejním zákoně nejde jen o zachování a ochranu nějakého stavu, ale i o jeho zlepšení.

Současná právní úprava dala za vznik vytvoření soustavy chráněných území evropského významu Natura 2000, kde jsou dva hlavní předpisy EU na ochranu přírody. Jedním je směrnice o ptácích, na jejímž základě jsou vyhlášovány ptačí oblasti. Druhým, a z hlediska této práce stěžejním předpisem, je směrnice o stanovištích, jenž nám ukládá za povinnost, zvolit vhodný management pro udržení těchto významných lokalit. Mezi taková stanoviště, která v rámci Natury 2000 chráníme, patří například Vnitrozemská stanoviště, Panonské skalní trávníky, Subpanonské stepní trávníky, Panonské sprašové stepní trávníky, Nivní louky říčních údolí, Extenzivně sečené louky nížin až podhůří, Horské sečené louky, Druhově bohaté smilkové louky a další (Séguin et al. 2008). Soustava Natura 2000 se tak dotýká vlastníků, uživatelů, obcí a nás všech jakožto lidského faktoru.

V ochraně přírody hrají zásadní roli Mezinárodní úmluvy, na něž se česká legislativa odkazuje. Příkladem je třeba Úmluva o biologické rozmanitosti (Rio de Janeiro, rok 1992), Evropská úmluva o krajině (rok 2000) či neméně důležitá Úmluva o přístupu k informacím a účasti veřejnosti v ochraně záležitostí životního prostředí (1998) (Borovičková & Havelková, 2005).

V procesu ochrany přírody zaujímají svoje místo nejrůznější státní orgány. Dle zákona 114/1992 Sb. (část sedmá) jsou to:

- ✓ obecní úřady
- ✓ pověřené obecní úřady
- ✓ obecní úřady obcí s rozšířenou působností
- ✓ krajské úřady
- ✓ Agentura ochrany přírody a krajiny ČR
- ✓ správy národních parků a chráněných krajinných oblastí
- ✓ Česká inspekce životního prostředí
- ✓ Ministerstvo životního prostředí
- ✓ újezdni úřady, Ministerstvo obrany

Mimo to, je ČR také členem mezinárodních organizací. Nelze vynechat Evropské tematické středisko biologické rozmanitosti (ETC/BC), Mezinárodní unii na ochranu přírody (IUCN), Karpatskou soustavu chráněných území (CNPA), Federaci Europarc a hlavně Radu Evropy (Séguin et al. 2008).

Velká část přírodních celků včetně travních porostů podléhá zemědělství, a proto je na místě zmínit i Společnou zemědělskou politiku EU (SZP), která mimo jiné uplatňuje od okamžiku vstupu České republiky do Evropské unie v roce 2004 takové systémy, které podléhají politice podpor. Klíčovou úlohu z hlediska venkovských oblastí má Program rozvoje venkova (PRV), jenž napomáhá zachovat a zlepšit ekosystémy závislé na zemědělství prostřednictvím tzv. agroenvironmentálních opatření. Tato koncepce rozvoje venkova vychází ze SZP a určuje základní rámec pro fungování primárního sektoru, údržbu krajiny a podporu venkovských oblastí (Program rozvoje venkova 2014 – 2020).

Jakousi ochranu ekosystémů tedy zabezpečuje právě Program rozvoje venkova skrze Agroenvironmentálně-klimatická opatření (AEKO). Tento komplex podmínek je navržen tak, aby motivoval zemědělce k ochraně životního prostředí, ti však jsou povinni plnit podmínku minimální zemědělské činnosti. AEKO má za cíl zlepšit všechny složky a vlastnosti životního prostředí, chránit krajinu a přírodní zdroje. V programovém období 2014 – 2020 zahrnují osm podopatření pro různé zemědělské kultury, přičemž pro travinnou kulturu jsou nejdůležitější ty, které se týkají ošetřování travních porostů, zatravňování orné půdy a využívání biopásů. Každé z vyjmenovaných sleduje alespoň jeden ze dvou hlavních cílů. Buď snížit environmentální rizika spojené s moderním zemědělstvím nebo zachovat přírodu a obdělávanou krajinu (Vejvodová, 2018).

Velmi vítaným požadavkem v rámci podpory přírody se zdá být i podmínka diverzifikace plodin. Je to kritérium, které pro zemědělce zavádí povinnost pěstovat více druhů plodin, přičemž rozhodující roli hraje velikost podniku. Zemědělec, jenž hospodaří na území větším než 30 ha, musí pěstovat nejméně 3 různé plodiny. I zde se tedy nabízí možnost, jak rozšířit plochu o trávy či jiné bylinné pícniny (Michalčáková, 2015).

Celkové pojetí ochrany přírody se může zdát příliš komplikovaným, avšak bez zákonů a stanovených podmínek se neobejde. České země jsou kulturní krajina, z části je přírodním výtvozem a z části je umělá. Je navzájem se ovlivňující směsicí, zkrátka my se neobejdeme bez ní a ona bez nás. Přírodu jednoduše musíme chápat, jak z pohledu zemědělce, tak i ochranáře, vzdělávat se v jejím ohledu a chránit ji.

### **3.4.1 Důležité mimoprodukční funkce TTP**

Travní porosty jsou multifunkcionální. Jejich hlavní funkcí je bezesporu produkce objemné píce, jenž lidstvu v konečném důsledku přináší maso, mléko, vlnu, popřípadě energii (Pötsch, 2007). Svou roli ale hrají i v jiných důležitých směrech, například ve vytváření

kulturní krajiny, což může mít za následek v neposlední řadě i rozvoj agroturistiky, která v poslední době získává na významu.

Hopkins & Holz (2005) doplňují, že evropské louky jsou multifunkcionální také proto, že zahrnují širokou škálu stanovišť, která se značně liší, pokud jde o systém managementu, zemědělskou produktivitu, socioekonomickou hodnotu a stav ochrany přírody. Autoři také tvrdí, že louky odrážejí místní rozdíly, jsou obrazem účinků tradičních postupů a důsledků předchozí zemědělské politiky.

Mezi mimoprodukčními funkcemi a zemědělskou produkcí je patrný soulad. Hanzes et al. (2017) tvrdí, že jen při určité intenzitě (jakýkoliv stupeň) dochází k tomu, že travní ekosystém plní svoje funkce, ať produkční tak i mimoprodukční. Obě hlavní hlediska travinných ekosystémů vyžadují určitou péči, jinak se projeví negativní dopad na půdě, biodiverzitě, na kvalitě vody či celkové percepci krajiny.

Také Hrabě (2007) zdůrazňuje nutnost komplexního přístupu k funkcím ve vztahu ke globálním změnám i k celé společnosti. Kromě produkčních funkcí při hodnocení TTP zohledňuje i funkce vedlejší, jenž jsou důležité pro:

- ✓ vytváření životního prostředí pro floru a faunu
- ✓ ukládání atmosférického uhlíku v rostlinách a půdě
- ✓ regulaci vodního systému
- ✓ zlepšení kvality vody a hydrologických charakteristik půd
- ✓ ochranu půdy před vodní a větrnou erozí
- ✓ udržení či urovnání úrodnosti půdy
- ✓ rekreaci a kulturní využívání
- ✓ estetiku krajiny

Tyto důležité vlastnosti, které travní porosty mají, by se také daly rozčlenit do skupin. Skupina vlastností patřících do obecně prospěšných funkcí, do ochranných funkcí a neméně důležitých rekreačních funkcí, jak je dělí Pötsch (2010).

Dnes se i dle Fialy (2005) posouvá význam travních porostů na její ekologické funkce. Při nízkém stavu skotu není krmení potřeba a porosty se pro píce využívají méně. Autor dále uvádí, že každý travní porost je přizpůsobivý a dá se ovlivnit dodatkovou energií, avšak to vše je rentabilní pouze v lepších půdních podmínkách. V těch horších se potom travní porosty využívají extenzivně (Fiala, 2005). Skládanka & Veselý (2007) doplňuje, že produkční funkce jsou dány vícesečností a s dobrou úrovní výživy a dostatkem vláhy mohou dosahovat výnosů kolem 18 t. ha<sup>-1</sup>. U extenzivně využívaných ploch s nízkou výživou se mohou výnosy pohybovat kolem 1,5 t. ha<sup>-1</sup> sušiny.

Trvalý stabilní rostlinný kryt chrání před erozí, převádí povrchový odtok z vyšších ploch na podpovrchový a výrazně zvyšuje kvalitu vody. Těmito vlastnostmi kvantitativními i kvalitativními se dají vyzdvihnout výjimečné hydrologické funkce travních porostů, kterými se zabývá Hejduk (2007). Podle něj je povrchový odtok vody erozí doprovázen a vzniká ve třech případech – po přivalových deštích na nechráněné půdě, v období tání sněhu a po vydatných silných deštích. Kořenová soustava je mimořádně vyvinutá, největší objem zaujímají kořeny do hloubky 200 mm a podílejí se na filtraci vody, čímž plní nezastupitelnou úlohu ve stabilizaci vodního režimu krajiny. S tím souvisí i koncentrace nitrátů v podzemních vodách a vyplavování živin. Pod TTP je nejlepší kvalita vody, tvrdí Pötsch (2010).

V celé Evropě panuje shoda v tom, že travní porosty (které pokrývají 35 % zemědělské půdy v Evropě) mají vzácné mimoprodukční funkce, avšak problémem je nejednotnost toho, co tyto funkce představují a jaký je jejich přínos. Na celoevropské úrovni je to problém třeba i kvůli různorodosti klimatu (Skandinávie × Atlantická zóna × kontinentální Evropa × Středomoří). Snahou by mělo být nalezení univerzálních praktik, které by bylo možno rozvíjet a kvantifikovat multifunkční roli TTP (Hakl, 2017).

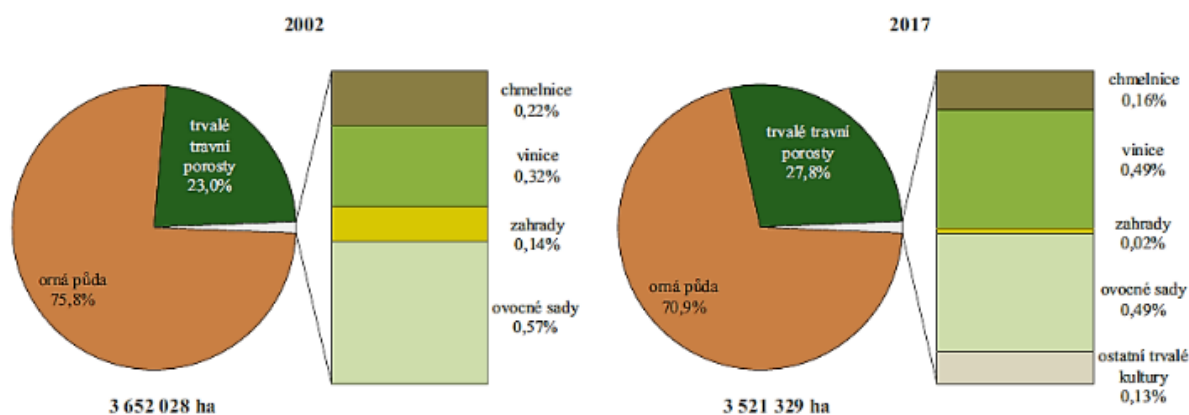
### **3.4.2 Zatravňování půdy a jeho důvody**

V České republice přetrvává nepříznivý poměr orné půdy k travním porostům, a to s sebou přináší dnes často probírané problémy jako např. erozi, úbytek vody v krajině, ztrátu biodiverzity či znečištění vod. Zatravňování orné půdy podtrhuje právě již zmíněné mimoprodukční funkce a přináší částečné řešení, které je navíc podporováno Ministerstvem zemědělství potažmo Evropskou unií (Vejvodová, 2018).

Vysoké procento zornění v ČR zmiňují i autoři Skládanka & Veselý (2007), kteří uvádějí, že to jsou  $\frac{3}{4}$  zemědělské půdy (viz níže Obrázek 2). Téměř 50 % zemědělské půdy je zařazeno do kategorie LFA oblastí (oblasti s přírodními či jinými omezeními), které budou do budoucna vyžadovat další rozšíření ploch TTP, a to především v podhorských oblastech. Jak je patrné z grafu č. 2 zatravňování je aktuální a čeští zemědělci se mu nebrání. Trvalé travní porosty se zvětšují (v současnosti již 990 tis. ha – viz kap. Využití krajiny a orné půdy) na úkor orné půdy. Avšak je pravdou, jak uvádí předseda svazu marginálních oblastí Milan Boleslav (Králová, 2006), že: „Pakliže se má snížit zornění a zvýšit podíl trvalých travních porostů, pak ale musí být hospodaření na těchto pozemcích ekonomicky atraktivnější.“



## STRUKTURA OBHOSPODAŘOVANÉ ZEMĚDĚLSKÉ PŮDY



Obrázek 2 Orná půda a TTP v ČR – porovnání mezi léty 2002 a 2017. Zdroj: Český statistický úřad.

Pro srovnání použijeme sousední zemi České republiky – Rakousko. Zde činí podíl trvalých travních porostů s rozlohou 1 440 mil. ha 50 % rozlohy zemědělské půdy. Z toho intenzivně využívané louky a pastviny činí 40 %, alpské porosty se podílí 32 % a zbylá část jsou „slamnaté louky“ případně porosty se střídavým kosením a spásáním a jen 5 % ploch není využíváno. K těmto nevyužitým plochám je připočítáno přibližně 500 tisíc ha jako tzv. „krajinné elementy“ (Hrabě, 2017). Rakousko je sice, ať již z geomorfologického, tak z historicko-ekonomického hlediska v mnohém velmi odlišné od ČR, ale přesto může být jakýmsi vzorem.

Jedno z nejprobíranějších témat této problematiky je eroze, přičemž nejvíce můžeme pozorovat vodní erozi půdy. Mazín (2015) dává za vinu nebezpečnému chování společnosti, která odlesnila krajinu, aby mohla pěstovat kulturní plodiny a tím vytvořila z úrodné půdy polopoušť. Vysvětluje, že voda, která dopadá na půdu, přemění gravitační sílu na kinetickou, a kromě sebe uvede do pohybu i částice půdy. Jestliže povrch pokrývají louky a pastviny, je půda připravena vodě lépe odolávat. Jsou erozní činitele, které člověk ovlivnit nemůže, například svažitost či dešťové srážky, ale o jiné činitele se zajímat může. Je na povrchu půdy vegetační kryt, který odpovídá svahu a tvaru pozemku? Je v půdě dostatek organické hmoty? Nebylo by vhodné délku svahu přerušit?

Janeček (2012) upozorňuje, že náhlou vodní erozí, tedy takovou, která je mocná a natrvalo ničí a znehodnocuje půdu, je v české kotlině ohroženo 50 % zemědělské půdy, přičemž odplaveno je ročně až 21 milionů tun půdy. Dále Mazín (2015) poukazuje, že

například ve Vltavské kaskádě se ročně usadí na dolním toku 615 tisíc tun erozních splavenin, tedy téměř veškerá splavená půda z povodí Vltavy.

Vegetace má obrovský vliv na množství vody v půdě, což dokládá několik výzkumů (Liu et al. 2019; Dissanayake et al. 2019). Brant et al. (2006) získali výsledky, z kterých je patrné, že největší změny objemové vlhkosti půdy (v %) jsou zaznamenávány na holé půdě a poté na pozemku s plodinami jako jsou brukev řepka a pšenice setá. Na spontánním úhoru byly hodnoty objemové vlhkosti nižší v hloubce 15 cm než v hloubce 5 cm. A hodnoty nejnižší objemové vlhkosti půdy v hloubce 5 cm byly naměřeny na pozemku, kde byla vyseta jetelotravní směs (srha hajní, jetel plazivý).

K rozhodnutí, zda zatravnit či ponechat půdu jako ornou, musí dojít každý vlastník sám. V případě zatravnění povede toto rozhodnutí ke ztrátě příjmů, která by měla být kompenzována dotací. Samozřejmě tato podpora směřuje na pozemky, které v minulosti nebyly travním porostem a předpokládá se, že zatravněný pozemek bude hospodářsky využíván pro produkci hmoty. V informačním materiálu pro zemědělce se píše, že zatravněvat lze klasickou travní směsí, druhově bohatou nebo regionální, přičemž za druhově bohatou považujeme trávobylinnou směs semen, která není získávána uvnitř stejné oblasti původu a naopak, pakliže je respektována oblast původu, hovoříme o směsi regionální (Vejvodová, 2018).

Snížení zisku zemědělského podniku zmiňuje i Zajíček et al. (2016). Rozsáhlé zatravnění podle něj vede i k zvýšení závislosti na dotacích. Autor upozorňuje, že by bylo dobré mimoprodukční funkce travních porostů chápat jako veřejnou službu a nastavovat podle toho dotační tituly, které souvisí s tvorbou půdo- a vodoochranných opatření v krajině.

Jednou z mnoha oblastí, kde se ČR přibližuje evropským standardům, je snižování vysokého stupně zornění zemědělské půdy a přesouvání hospodaření do úrodnějších oblastí. V důsledku této činnosti stoupají výměry nevyužívané půdy. Nejsou-li tyto plochy nijak obhospodařovány, tak se jejich rostlinný kryt vyvíjí spontánně. Tyto plochy existují a z důvodu omezení půdní eroze či šíření plevelných rostlin je vhodné jejich cílené zatravnění, tím tak podtrhneme ekologickou funkci takových ploch (Šrámek & Kašparová, 2005).

Voldřichová & Kvítek (2005) zdůrazňují, že zemědělec je tvůrce venkovské krajiny a jeho šetrná práce může přinést nejen finanční příspěvek, ale i něco navíc. Opatření, která lze v rámci zemědělské politiky využívat, vedou mimo jiné i k zvýšení ochrany vod. Tito autoři dávají příkladem vodárenskou nádrž Švihov na řece Želivce, kde byly vyhlášeny tři pásma hygienické ochrany. I. Ochranné pásmo vodního zdroje (OPVZ I), II. Ochranné pásmo vodního zdroje (OPVZ II.) a Zóny diferencované ochrany vodního zdroje (ZDOVZ). Zóny

jsou odstupňované dle stupně zranitelnosti, avšak všechny jsou zřizovány, aby chránily povodí před plošnými zdroji znečištění či vyplavováním živin z půdního profilu. K těmto zónám je potřeba přistupovat s rozdílným managementem, ale z většiny se v těchto místech kalkuluje se zatravněním.

Tuto zkušenost s ochranou vod doplňuje Zajíček et al. (2016) s tvrzením, že výhodu při zatravněování mají také podniky, které uplatňují kejdové hospodářství. Aplikace kejdy na travní porost totiž nepředstavuje takové riziko z hlediska vyplavování živin.

### **3.4.3 Biopásy**

Dalším opatřením, které již bylo zmíněno v rámci tzv. Agroenvironmentálně-klimatických operací, jsou také biopásy. Jedná se o podopatření na orné půdě, jež přispívá k rozmanitosti zemědělské krajiny, podporuje včely i širší spektrum hmyzu, kteří se živí pylem a nektarem. Zjednodušeně řečeno, jedná se o úhorové hospodaření na přesně definované ploše (0,5-5 % výměry půdního bloku) s vysetím stanovené směsi na určitou dobu (VeJVodová, 2016).

Šrámková (2018) studovala biopásy a jejich přínosy. Aby zjistila, zda jsou tyto porosty výrazným nástrojem pro podporu biodiverzity, porovnávala výskyt hmyzu na sedmi rozdílných lokalitách v blízkosti těchto biopásů. Zjistilo se, že biopásy mají obrovský smysl pro živočichy dělíme-li jimi velké půdní bloky a navazují-li na různé krajinnotvorné prvky. Avšak z hlediska podpory hmyzu se ukázalo, že biopásy planou vegetací a její pestrost nemůžou nahradit. I nejvíce zranitelné druhy žahadlových se v okolí vyskytovaly hojněji než v biopásech.

Studii těchto ploch vyňatých z produkce se zabývali také Scattolin et al. (2012) v Polsku. Zkoumali vliv biopásů na tři trvalé smíšené louky v okolí, přičemž se zaměřili hlavně na botanické složení a pokrývnost půdy. Biopásy byly posečeny jednou za rok, avšak dbalo se na to, aby to nebylo v období od března do července, přičemž průzkumy smíšených luk byly prováděny čtyřikrát ročně. Z jejich výsledků je patrné, že nejvíce travní porost ovlivnily (z hlediska určování půdního krytu) a byly nejvíce dominantní srha laločnatá a kostřava rákosovitá.

### 3.5 Semiaridní oblasti

Trvalé travní porosty jsou rozšířeny po celém světě od semiaridních a aridních zón až k humidním a chladným oblastem (Pötsch, 2010). Na území České republiky se dle katalogu biotopů České republiky vyskytuje několik typů přírodních sekundárních trávníků. Klasifikovány jsou dle fytoocenologických oblastí a jsou všechny definované důsledným způsobem od luk a pastvin, kam patří například mezofilní ovsíkové louky nebo aluviální psárkové louky, přes smilkové či suché trávníky až k lesním lemům a trávníkům písčin (Kučera & Šumbertová, 2001; Chytrý, 2007).

Sledovaný experiment v Praze na Suchdole náleží oblasti, která je semiaridního charakteru a dle Katalogu biotopů odpovídá mezofilním ovsíkovým loukám, tedy svazu *Arrhenatherum*.

Už podle názvu by zde měl být dominantní ovsík vyvýšený, ale hojně se zde vyskytují mezofilní trávy nižšího vzrůstu jako např. psineček obecný či kostřava červená. Z trav se zde dále vyskytují srha laločnatá, medyněk vlnatý, lipnice luční či sveřep měkký. Porosty mohou být vysoké až 1 m a zapojené bývají podle míry narušování, avšak optimální bývá pokryvnost 60 – 100 % (Kučera & Šumbertová, 2001).

Ovsík vyvýšený je oblíbenou pícninou patřící mezi kvalitní trávy. Špatně snáší pastvu a v čerstvém stavu bývá nahořklý. Je to volně trstnatá, vytrvalá, 50 – 150 cm vysoká, statná tráva s krátkými výběžky. Ovsík se vyznačuje mohutným, rozvětveným, hluboko pronikajícím kořenovým systémem. Na stanoviště není zvlášť náročný, bývá v kombinaci s bylinnými druhy jako řebříček obecný, mochna bílá, kopretina bílá, škarda dvouletá, zvonek rozkladitý, jetel pochybný či mrkev obecná (Rybka & Josková Jedličková, 2015).

Jeden z nejvytrvalejších druhů v podmínkách mírného pásma je lipnice luční, patří k výběžkatým travám s pomalým vývojem. Stébla dorůstají výšky 20 – 70 cm, brzy na jaře obrůstá a začíná kvést již v květnu. Navíc je značně přizpůsobivá i odolná a má taktéž velice mohutný kořenový systém (Šašková & Štolfa, 1993).

Velkou skupinou trav objevujících se v semiaridních oblastech jsou také sveřepy, přičemž většina u nás rostoucích druhů jsou plevelné trávy. Mezi nejotuzilejší evropské trávy patří kostřava červená, která roste v přirozených travních porostech na celém území ČR. Jako nižší tráva vyplňuje přízemní patro, podzemními výběžky upevňuje drn a vyplňuje prázdná místa (Šašková & Štolfa, 1993).

Studiem plané vegetace v semiaridních oblastech se zabývali například v Číně. Li et al. (2017) dokazují, že polosuché půdy na nenarušených nebo mírně narušených místech, měli

velkou zásobu semen, schopnou vyklíčit a tyto semena jsou podle nich přizpůsobeny podmínkám pro obnovu vegetace.

### 3.5.1 Semiaridní oblasti v kontextu se samozatravněním

Semiaridní oblasti lze chápat i jinak nežli skrze dané fytoecologické cenné lokality. Dají se sem zařadit i místa jiná, avšak charakterem podobná. Ve spojitosti s komplexními pozemkovými úpravami dochází k vybudování různých ochranných prvků v krajině. Často bývají navrhované takové prvky, jenž podporují vsakování vody do půdy. U těchto prvků nejde o kvalitu porostu ani o výnosy, ale hlavně o funkčnost, a proto by se zde mohla uplatnit spontánní sukcese. Mezi takové opatření patří například protierozní meze nebo zasakovací pásy. Protierozní meze tvoří trvalou překážku povrchového odtoku. Kromě protierozní ochrany plní i funkci krajině estetickou nebo slouží jako migrační zóny a jsou součástí lokálních biokoridorů. Zasakovací pásy jsou spíše navrhovány buď na svažitých pozemcích podél vrstevnic nebo jsou budovány podél nádrží nebo různých vodotečí. Tyto zasakovací pásy jsou buď travní nebo křovinné a nejsou investičně náročné (Hejnák, 2004).

To, že tyto prvky mají obrovský vliv na ochranu půdy dokazuje například studie z Itálie. Z výsledků Bazzoffi et al. (2015) se ukázalo, že opatření mělo za následek významné snížení eroze, a to o třiceti pětinásobek eroze pozorované na holé půdě.

Prach (2006) i Illyes et al. (2007) zmiňují spontánní sukcesí ve spojitosti s obnovou na výsypkách po těžbě uhlí, v pískovnách či kamenolomech, kde mohou být poměrně příznivé fyzikální vlastnosti pro založení porostu. Tvrdí, že setí je mnohdy zbytečné, a to hlavně v případech, kdy je oblast obklopena travním porostem či lesem, což bývá poměrně často. Dále konstatují, že by bylo vhodné ponechat některé silniční okraje, hlavně ty méně strmé, spontánní obnově a šetřit prostředky. Jako absolutně nevhodné vnímá osázení exotickými dřevinami a upřednostňuje přírodní travinné porosty s roztroušenými dřevinami, či borovici, břízu, osiku a další, jenž mají velmi dobrou schopnost se na těchto místech uchytit.

Travní porosty jsou zdrojem tradičních rostlinných druhů, přírodního bohatství krajiny a svojí různorodostí představují nejvyšší diverzitu druhů na zemědělské půdě. Jejich hospodářský význam se snížil, avšak zvýšil se význam z hlediska udržování krajiny v přirozeném a kulturním stavu. Souhrnně lze říci, že se jedná o hodnotné ekosystémy, které je zapotřebí udržovat a směřovat je tak, aby porost do krajiny zapadl a podtrhl tak přirozenost krajinného rázu.

## 4 Materiál a metody

V této diplomové práci je soustředěna pozornost na polní pokus České zemědělské univerzity v Praze (Suchdol), jež byl založen v roce 2013. Jedná se o trvalý travní porost vzniklý samozatravněním orné půdy. Nachází se v oblasti, kde panují semiaridní klimatické podmínky – v nadmořské výšce 281 m n. m. s průměrnou roční teplotou 9 °C a průměrným ročním úhrnem srážek 480 mm.

Tomuto polnímu pokusu, na kterém byl pozorován vliv hnojení na druhové složení porostu a pokryvnost jednotlivých druhů, předcházelo několik experimentů. V roce 1996 byla pokusná plocha ošetřena totálním herbicidem a sloužila ke studiu spontánního úhru s různorodými systémy seče při částečném osevu pícninami. Později, v roce 2002 byl na pozemek vyset hybrid *Festulolium*, kostřava rákosovitá, sveřep horský a sveřep bezbranný. V následujících rocích se na pozemku ztravňovalo jílkem jednoletým a v roce 2012 se tento pokus přerušil opět totálním herbicidem, jak tomu bylo v roce 1996. Následovalo mělké zpracování půdy včetně srovnání svrchní vrstvy půdy a pozemek tak byl připraven na pokus se samozatravněním.

### 4.1 Charakteristika přírodních podmínek

Podle klimatické rajonizace patří zájmová oblast dle Quittovy klasifikace (Tolasz et al. 2007) do teplých oblastí, konkrétně do okrsku W2. Ten se vyznačuje dlouhým, teplým a suchým létem, dále velmi krátkým přechodným obdobím s mírně teplým jarem i podzimem a krátkou, mírně teplou, suchou zimou, přičemž sněhová pokrývka má v tomto okrsku velmi krátké trvání. Podrobnější charakteristiky viz níže v Tabulce 2.

Tabulka 2 Klimatická charakteristika oblasti W2, zdroj: Tolasz et al. (2007)

<b>Klimatická charakteristika oblasti W2</b>	
Počet letních dní	50 – 60
Počet dní s průměrnou teplotou 10 ° C a více	160 – 170
Počet dní s mrazem	100 – 110
Počet ledových dní	30 – 40
Průměrná lednová teplota [C°]	-2 – -3

Průměrná červencová teplota	18 – 19
Průměrná dubnová teplota	8 – 9
Průměrná říjnová teplota	7 – 9
Průměrný počet dní se srážkami 1 mm a více	90 – 100
Suma srážek ve vegetačním období [mm]	350 – 400
Suma srážek v zimním období	200 – 300
Počet dní se sněhovou pokrývkou	40 – 50
Počet zatažených dní	120 – 140
Počet jasných dní	40 – 50

Podle Köppenovi klasifikace z roku 1990 (Tolasz et al. 2007), která je tvořena na základě rozdělení ročního průběhu teplot a srážek ve vztahu k vegetaci spadá území polního pokusu do oblasti Cfb – podnebí listnatých lesů mírného pásma.

- ✓ C – průměrná teplota nejteplejšího měsíce je více než 10 °C a nejchladnější měsíc se pohybuje v rozmezí -3 až -18 °C
- ✓ f – množství srážek v nejvlhčím letním měsíci je vyšší než toto množství v nejsušším zimním měsíci méně než 10krát
- ✓ b – průměrná teplota nejteplejšího měsíce je menší než 22 °C, přičemž alespoň čtyři měsíce mají průměrně více než 10° C

Podle klasifikace z Atlasu podnebí ČSR 1958 (Tolasz et al. 2007) řadíme zájmovou oblast do mírně teplé oblasti B2, která je dále charakterizována jako mírně suchá.

Teplota vzduchu v zájmové oblasti za rok 2018 je uvedena v Tabulce 3, viz níže. Průměrná roční teplota vzduchu se pohybovala kolem 11 °C, přičemž průměrné letní teploty se pohybovaly kolem 16 °C a průměrné zimní teploty kolem 6 °C. Pro toto vyhodnocení, byly převzaty data z Meteorologické stanice ČZU (<http://meteostanice.agrobiologie.cz>).

Tabulka 3 Průměrná teplota [°C] za jednotlivé měsíce a rok 2018 v Suchdole, zdroj: Meteorologická stanice ČZU

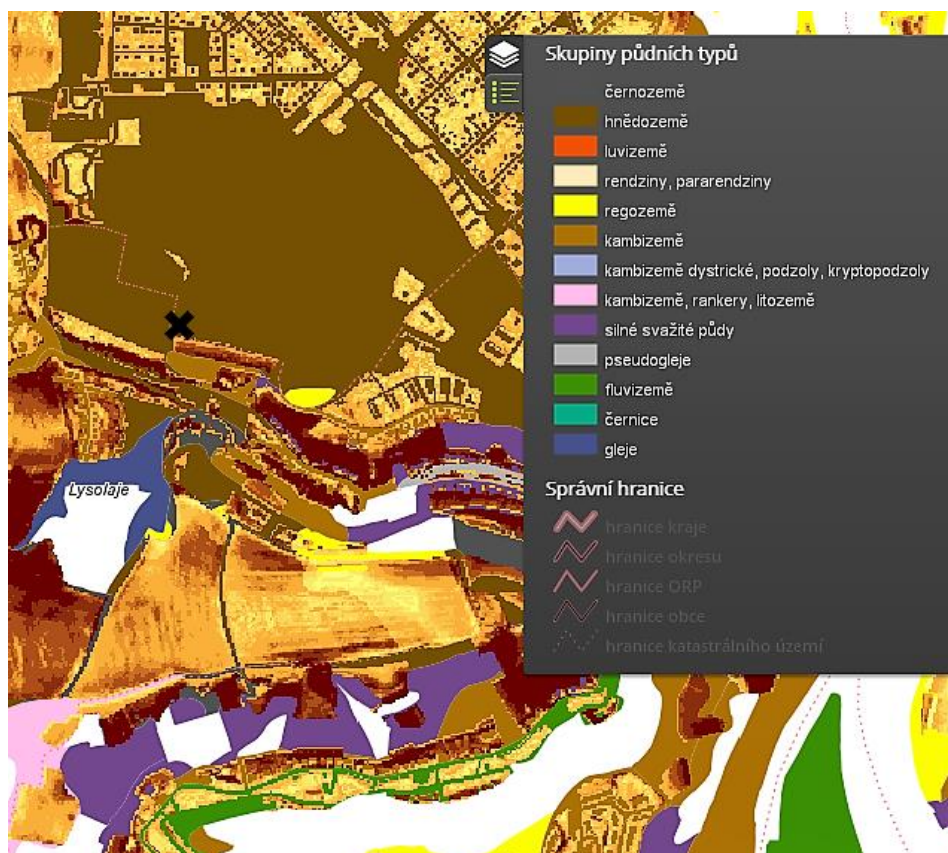
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	<b>Průměr</b>
3,5	-2,1	2	13,8	17,7	18,7	22,1	21,9	15,8	10,8	4,9	3	11,03

Průměrný roční úhrn srážek v roce 2018 dle Meteorologické stanice ČZU dosahoval v zájmovém území v součtu 380 mm/rok, viz Tabulka 4. Tento součet se dosti liší od dlouhodobého měření, z kterého vyplývá, že v této oblasti se roční úhrn srážek pohybuje kolem 480 mm, což v souvislosti s vyšší průměrnou roční teplotou značí sušší rok. V letním půlroce spadlo přibližně 228 mm srážek a v zimním půlroce 152 mm.

Tabulka 4 Průměrné srážky [mm] za měsíc a rok 2018 v Suchdole, zdroj: Meteorologická stanice ČZU

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	Součet
20,3	4,5	33,1	15,3	21,7	90,9	8,8	58	43	30,9	12,2	40,9	379,6

Geologická a geomorfologická stavba území je základem pro pedologický vývoj území. Jak je patrné z Obrázku 3, v místě polního pokusu (označen černým křížkem) převládá půdní typ hnědozemě, jenž je typický pro území, které se vyvíjelo na rovinatém či mírně zvlněném reliéfu ze spraší pod původními doubravami (Kozák J, et al. 2009).



Obrázek 3 Výřez z mapy půdních typů, Geoportál SOWAC-GIS. Zdroj: <http://mapy.vumop.cz>.



Bonitovaná půdně ekologická jednotka (BPEJ) je označována pětímístným kódem, přičemž kód zájmového území je 2.10.00 a legislativně spadá dle Vyhlášky (č. 48/2011 Sb.) do I. třídy ochrany zemědělského půdního fondu. Její aktuální základní cena je 15.82 Kč za m<sup>2</sup> a bodová výnosnost této půdy je na stupnici od 6 do 100 vyjádřena hodnotou 85. Jedná se o velmi produkční půdu.

Dále lze z kódu číst, že území spadá do druhého klimatického regionu (teplý, mírně suchý). Hlavní půdní jednotka má číslo 10. Jedná se o půdy se střední rychlostí infiltrace i při úplném nasycení, zahrnuje převážně půdy středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité.

Poslední dvě čísla značí sklonitost/expozici a skeletovitost. Sklonitost a expozice je označena číslem 0. Značí to, že je zde úplná rovina, rovina se všesměrnou expozicí. Poslední 0 znamená bezskeletovitou půdu (s příměsí) s celkovým obsahem skeletu do 10 %.

BPEJ se dá navíc aplikovat v rámci Společné zemědělské politiky. Podle nařízení vlády 262/2012 Sb. o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu je zapotřebí dodržovat období zákazu hnojení (viz Tabulka 5).

Tabulka 5 Období zákazu hnojení – BPEJ 2.10.00, zdroj: <http://bpej.vumop.cz>

Minerální dusíkatá hnojiva	Hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem	Hnojiva s pomalu se uvolňujícím dusíkem a upravené kaly
1.11. – 15.2.	15.11. – 15.2.	15.12. – 15. 2.

## 4.2 Metodika

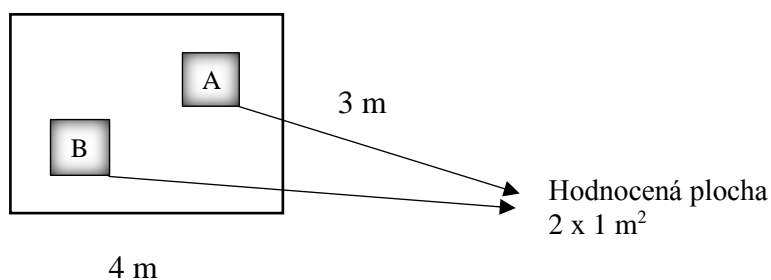
Sledovaný pokus využívá modelu znáhodněných bloků, který se skládá ze 6 variant hnojení po 4 opakováních. Tyto varianty jsou: 1 – nehnojená kontrolní varianta (KON), 2 – LAV (N200) + PK, 3 – SA(N200) + PK, 4 – PK, 5 – LAV (N200), 6 – SA (N200). Dusík byl dodaný v dávce 200 kg N. ha<sup>-1</sup> (N200), přičemž jedna polovina byla aplikována na jaře a druhá po první seči. Fosforu se dávalo 40 kg. ha<sup>-1</sup> a draslíku 100 kg. ha<sup>-1</sup>. Plocha pokusu byla rozdělena na 24 bloků o výměře 12 m<sup>2</sup> (3 x 4 m), přičemž v každém bloku byly dvě hodnocené plošky o rozměru 1 x 1 m. Schéma celé plochy pokusu je znázorněno níže na Obrázku 4 a 5.

Obrázek 4 Schéma plochy polního pokusu, zdroj: vlastní

24 SA+PK	23 LAV+PK	22 KON	21 SA	20 LAV	19 PK
18 LAV	17 PK	16 SA+PK	15 LAV+PK	14 KON	13 SA
12 LAV+PK	11 KON	10 SA	9 LAV	8 PK	7 SA+PK
6 SA	5 LAV	4 PK	3 SA+PK	2 LAV+PK	1 KON

Číslo 1 – 24 = číslo parcely. Zkratky: KON = kontrolní varianta (nehnojená), P = superfosfát (P – 8 %), K = draselná sůl (K – 60 %), LAV = ledek amonný s vápencem (N – 27 %), SA = síran amonný (N – 21 %).

Obrázek 5 Schéma jednoho bloku, zdroj: vlastní



Tato práce se prioritně zaměřila na zkoumání porostu z hlediska botaniky. Hodnoceno bylo druhové složení porostu, pokryvnost jednotlivých druhů a výška porostu v závislosti na výživném režimu. Pro komplexnější vyhodnocení byl porost hodnocen i z hlediska výnosů.

Pro posouzení botanického složení byl porost hodnocen na jaře krátce před 1. sečí – 31. 5. 2018. Klasifikace probíhala odhadovou metodou projektivní dominance, kde se posuzovala pokryvnost rostlin při pohledu shora. Stanoveno bylo nejprve procento prázdných míst a následně byl klasifikován podíl jednotlivých druhů v procentech na stanovišti. Nejprve se odhadovaly plochy jednoděložných druhů, posléze dvouděložných druhů. Mechové patro nebylo patrné, takže informace o zastoupení mechů a lišejníků v soupisu není. Součet všech druhů v procentech společně s procentem prázdných míst musel celkem činit 100 % nebo více, protože jednotlivé druhy se i vzájemně překrývaly. Zároveň v rámci tohoto sčítání procent probíhala zpětná kontrola správnosti odhadu. Pro vyhodnocení pokryvnosti byly dodatečně určeny hlavní – dominantní druhy, které byly vybrány na základě přítomnosti téměř na všech plochách.

Po hodnocení druhového složení probíhalo měření výšky porostu, na které se použilo talířové měřidlo, tzv. rising plate metr. Každý blok podlehl osmi měřením, přičemž místa byla vybrána tak, aby rozložení v příslušném bloku bylo co nejrovnoměrnější. Výška porostu byla tedy celkem zaznamenána v počtu 32 měření na variantu (kontrolní varianta, LAV+PK, SA+PK, PK, LAV, SA).

Dále byl hodnocen také vliv hnojení na výnos suché biomasy ( $t. ha^{-1}$ ), přičemž výnos se stanovoval ze dvou sečí. První proběhla 7. 6. 2018 a druhá 11. 10. 2018. Nejprve byly posečeny pruhy ve střední části bloku, a to o šířce záběru sekačky (4\*1,2 m). Tato čerstvá hmota byla zaprvé zvážena (za pomoci loktuší a ruční váhy) a zadruhé z ní byl odebrán vzorek, který byl posléze vysušen při teplotě 105 ° C. Tento vzorek sloužil pro výpočet výnosu suché biomasy, který se vypočítal na základě obsahu sušiny. Nakonec byla posekána celá plocha pozemku a veškerá biomasa byla odvezena.

### 4.3 Zpracování dat

Práce s daty zahrnovala jejich třídění do různých skupin, tak aby mohly být sledovány stanovené cíle této práce. Pozorované druhy byly rozděleny dle jejich obvyklé výšky (Rybka & Josková Jedličková, 2015). Kompletní seznam s touto výškou pozorovaných druhů je v Příloze 4. Tyto hodnoty posloužily pro rozřazení rostlin do skupin nízkých (<30 cm), středních (31 – 60 cm), vysokých (61 cm a <) druhů, čímž se mohl sledovat vliv hnojení na výšku porostu. Rozdělení druhů na jednoleté, dvouleté a vytrvalé, stejně jako na jeteloviny, trávy a ostatní bylo zpracováno podle Chytrého (2007), přičemž druhy jako tollice dětelová či srpek obecný nejsou řazeny jednoznačně, patří mezi dvouleté až krátce vytrvalé. Avšak pro potřeby této práce byly řazeny do vytrvalých druhů.

Dále byly druhy tříděny dle Ellenberga & Leuschnera (2010), kteří vytvořili ukazatele pro světlo, teplotu, vlhkost, půdní reakci, salinitu a živiny pro středoevropskou flóru. Právě index pro živiny byl kritériem pro hodnocení z hlediska nároků druhů zejména na dusík, což poté bylo ověřováno ve výzkumu. Indexy výživného režimu, které byly přiřazovány k jednotlivým sledovaným druhům a na základě kterých byl vypracován index množství živin pro každou variantu, jsou zobrazeny v Tabulce 6. Na pozemku byly i druhy indiferentní, ale ty neměly na výsledky žádný vliv, neboť se s nimi v tomto zpracování (dle Ellen.) nepočítalo. Pro každou variantu byl proveden výpočet indexu pro množství živin a zároveň byla provedena jednofaktorová analýza rozptylu, která ověřila rozdíl mezi variantami hnojení.

Tabulka 6 Stupně výživného režimu (Ellenberg & Leuschner, 2010)

Stupeň	Charakteristika
1	označuje druhy s výskytem na extrémně chudých stanovištích
2	mezi 1 a 3, druhy s výskytem na stanovištích s nízkým obsahem živin
3	označuje druhy s výskytem na lokalitách chudých na živiny, občas s výskytem na lokalitách s průměrným obsahem živin, výjimečně na lokalitách bohatších na živiny
4	mezi 3 a 5
5	označuje druhy s převážným výskytem na stanovištích dobře zásobených živinami, občas s výskytem na lokalitách s průměrným obsahem živin, výjimečně na lokalitách chudých na živiny
6	mezi 5 a 7
7	označuje druhy s výskytem na místech bohatých na živiny, občas s výskytem na lokalitách s průměrným obsahem živin, výjimečně na lokalitách chudých na živiny
8	označuje druhy s výskytem na stanovištích velmi dobře zásobených živinami
9	označuje druhy s výskytem na stanovištích nadměrně zásobených přístupnými živinami
x	indiferentní druhy

#### 4.4 Statistické metody

Hodnoceny byly jednotlivé varianty, kde bylo sledováno několik ukazatelů. Metodou ANOVA, jejíž podstatou je zhodnotit vliv jednoho nebo více faktorů na výsledný znak, byl zkoumán právě vliv hnojení na počet, pokryvnost a výšku druhů na pozemku. Dále bylo touto metodou ověřováno, zda se druhy na variantách vyskytují převážně podle jejich určeného indexu pro živiny dle Ellenberga & Leuschnera (2010). Navíc se testem ANOVA zkoumal také vliv hnojení na výnosy suché biomasy. Hladina významnosti, která je spojena se zamítnutím nulové hypotézy, byla zvolena malá ( $\alpha = 0,05$ ). Pro přesnější vyhodnocení byl použit Tukeyův HSD test. Veškeré statistické postupy byly zpracovávány v programu Statistica 12 a grafické výstupy byly vytvořeny v programu Microsoft Excel.

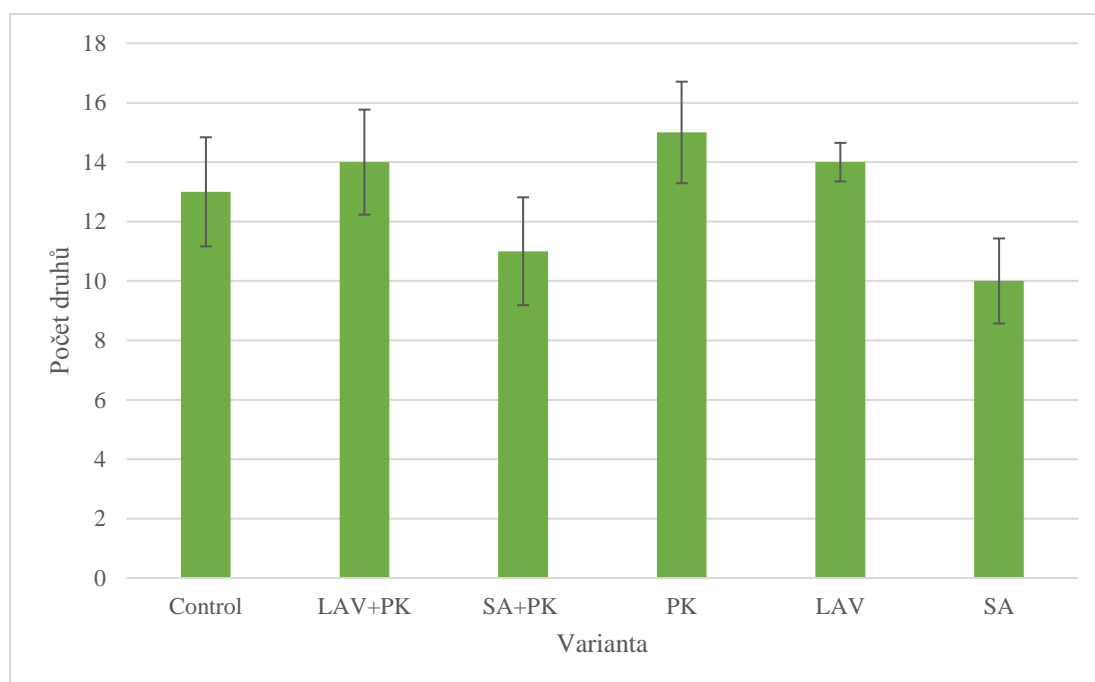
## 5 Výsledky

### 5.1 Počet druhů

V porostu se ve sledovaném roce bylo pozorováno celkem 44 druhů, z nichž 14 druhů tvořily trávy, 8 druhů jeteloviny a 22 druhů zprostředkovalo zastoupení ostatních jednoděložných a dvouděložných druhů. Většinu z celkového počtu druhů tvořily rostliny vytrvalé, které byly doplněny rostlinami jednoletými a dvouletými (viz Tabulka 7).

V porostu byl sledován hlavně počet druhů zvláště pro každou variantu hnojení (viz Obrázek 6). Průměrný počet druhů na variantu se pohyboval od 10 do 15, přičemž bylo zjištěno, že tento ukazatel byl hnojením ovlivněn ( $p = 0,004$ ). Nejnižší počet druhů byl na variantě 6 (SA), nejvyšší naopak na variantě 4 (PK). Po podrobnějším Tukey HSD testu lze říci, že počet druhů na variantě SA je průkazně nižší než na variantě kontrolní a PK.

Jednoleté a dvouleté druhy byly obecně zastoupeny poměrně dominantním sveřepem střešním a turankou kanadskou, ale i méně početnějšími jedinci jako jsou jetel pochybný, kakost dlanitosečný a maličký, locika kompasová, rozrazil cizí, vikev setá či škarda dvouletá. Vytrvalé druhy byly reprezentovány hojně se vyskytující čičorkou pestrou, pelyňkem černobýlem, pcháčem osetem, třezalkou tečkovanou, ale dosti se prosazovaly i trávy jako ovsík vyvýšený a tři druhy lipnice – obecná, luční, i bahenní. Celková botanická skladba je k nahlédnutí v přílohách (viz Příloha 3).



Obrázek 6 Průměrný počet druhů na variantu hnojení, vertikální úsečky značí směrodatnou odchylku

Tabulka 7 Botanická skladba porostu a počet druhů

	Jednoleté/dvouleté	Vytrvalé
Druhy celkem	10	34
Jeteloviny	2	6
Trávy	2	12
Ostatní	6	16

## 5.2 Pokryvnost druhů

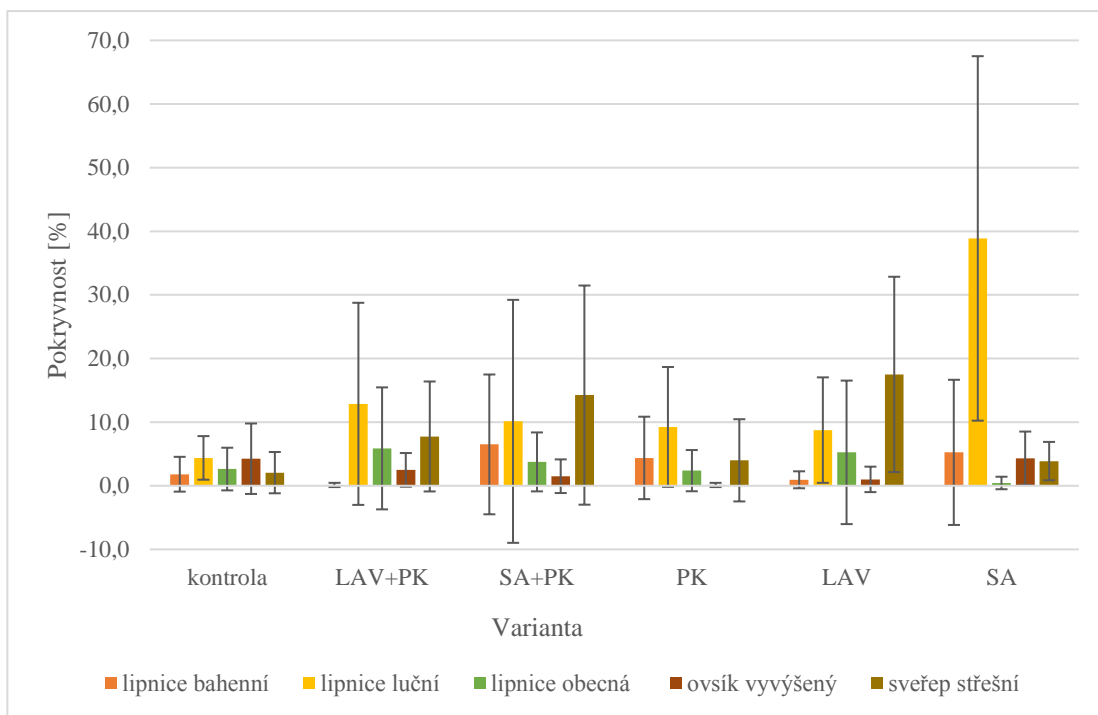
V případě jarní bonitace bylo rozpoznáno 10 hlavních druhů, které se vyskytovaly na všech sledovaných variantách a dominovaly celému polnímu pokusu. Tuto skupinu tvoří jedna jetelovina (čičorka pestrá), pět druhů trav (lipnice luční, lipnice obecná, lipnice bahenní, ovsík vyvýšený, sveřep střešní) a čtyři ostatní dvouděložné druhy (pelyněk černobýl, pcháč oset, třezalka tečkovaná, vesnovka obecná).

Průměrná pokryvnost (v procentech) těchto hlavních druhů je znázorněná na Obrázcích 7 a 8, přičemž skupina hlavních druhů byla pro lepší orientaci rozdělena na druhy jednoděložné a dvouděložné. Jak lze pozorovat na Obrázku 7, nejvýraznější variabilitu pokryvnosti na různých variantách hnojení v rámci jednoděložných rostlin vykazovaly dva druhy – lipnice luční a sveřep střešní. U těchto druhů byl zjištěn prokazatelný vliv hnojení ( $p = 0,024; 0,047$ ). Pomocí podrobnějšího Tukey HSD testu bylo zjištěno, že prokazatelné zvýšení pokryvnosti bylo patrné především u lipnice luční na variantě 6 (SA), jenž se průkazně lišila od varianty kontrolní. Rozdíly v pokryvnosti sveřepu střešního Tukey HSD test neukázal.

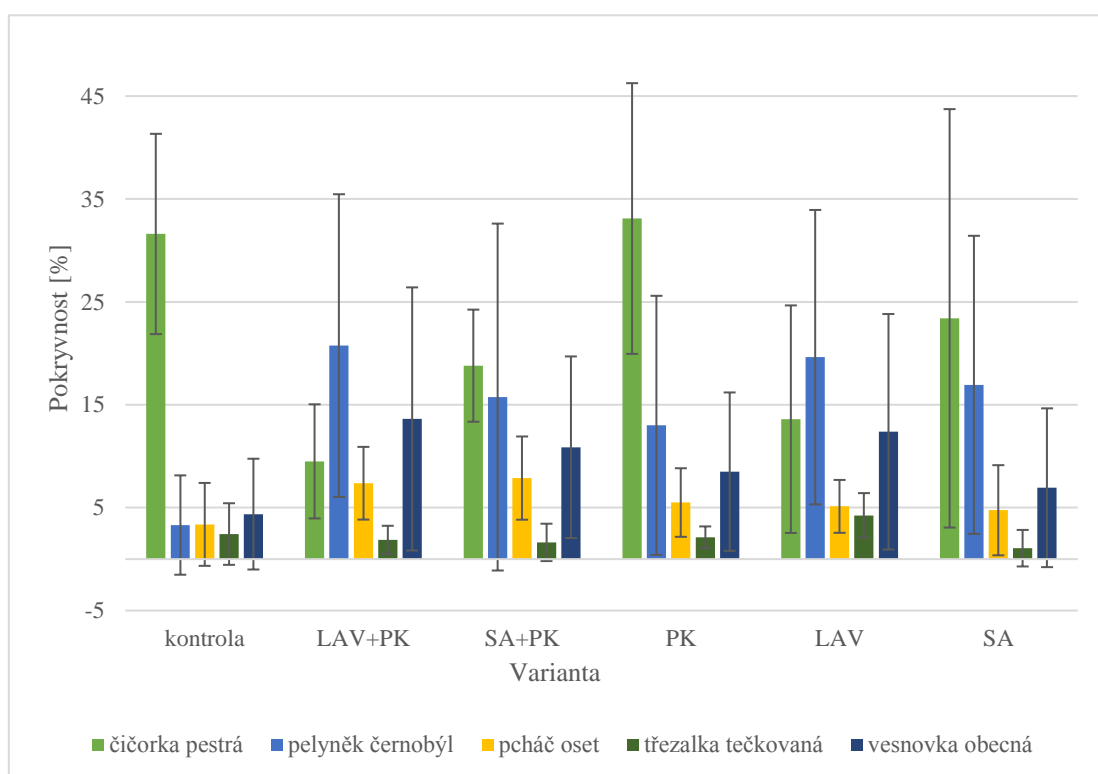
Z Obrázku 8 vyplývá, že různé hnojení způsobuje rozdíly u dvouděložných druhů zejména u čičorky pestré a pelyňku černobýlu. Ostatní druhy nevykazovaly výraznější variabilitu. Prokazatelný rozdíl ( $p = 0,003$ ) byl vyhodnocen v tomto případě pouze u čičorky pestré, přičemž konkrétní rozdíly byly zjištěny podrobnějším testem – viz Tabulka 8. Výskyt pelyňku černobýlu byl podpořen nejen kompletním hnojením NPK, ale i hnojením samotným PK nebo samotným N. Rozdíly mezi variantami však nebyly průkazné kvůli vysoké variabilitě dat.

Tabulka 8 Čičorka pestrá – průměrná pokryvnost [%] a Tukey HSD test (varianty označené stejným písmenem se průkazně neliší)

Varianta	Kontrola	LAV+PK	SA+PK	PK	LAV	SA
Pokryv. [%]	31,6 bc	9,5 a	18,8 abc	33,1 c	13,6 ab	23,4 abc



Obrázek 7 Průměrná pokryvnost – hlavní jednoděložné druhy, vertikální úsečky značí směrodatnou odchylku



Obrázek 8 Průměrná pokryvnost – hlavní dvouděložné druhy, vertikální úsečky značí směrodatnou odchylku

Některé druhy se v porostu uplatňovaly naopak jen slabě, i přesto se však podílely na celkové skladbě porostu (viz Příloha 3). Z jetelovin lze jmenovat jetel plazivý, hrachor hlíznatý, tolici dětelovou, vojtěšku setou a vikev setou (především na variantách bez dusíku, v menší míře i na LAV+PK). Z trav se v menší míře vyskytovaly pýr plazivý, kostřava červená a rákosovitá nebo trojštět žlutavý (hlavně na variantách s dusíkem, kostřava červená i na PK).

Z bylinné komponenty to byly v této slabší skupině například řebříček obecný, srpek obecný, šťovík kadeřavý, locika kompasová (nejvíce na LAV+PK, ale i na kontrole), dále například rožec obecný (všude kromě LAV+PK a SA) nebo svlačec rolní (všude kromě kontroly a PK).

V rámci rozdělení porostu na tři již zmiňované skupiny – jeteloviny, trávy a ostatní druhy bylo zjištěno, jaký podíl pokryvnosti zaujímá, která skupina, viz Tabulka 9. Celkově se jeteloviny prosadily pouze na nehnojené variantě, přičemž vztah mezi hnojením a podílem jetelovin nebyl průkazný ( $p = 0,404$ ).

V případě porovnávání variant hnojených PK a variant bez PK se jednotlivé varianty v rámci hnojení vzájemně v podílu jetelovin lišily ( $p < 0,001$ ), přičemž méně se jeteloviny prosazovaly na variantách s dusíkem, více na variantě PK. Trávy dominovaly na variantě 3 (SA+PK) a 6 (SA), přičemž v některých variantách byl nalezen taktéž průkazný rozdíl ( $p < 0,001$ ). Bylinné komponenty měly převahu v pokryvnosti na variantě 2 (LAV+PK), 4 (PK) a 5 (LAV). ANOVA odhalila odlišnost variant i zde ( $p = 0,004$ ). Průkazné rozdíly jsou na základě podrobnějšího vyhodnocení Tukeyova HSD testu zaznamenané v Tabulce 9.

Tabulka 9 Průměry pokryvností [%] v rámci skupin jeteloviny / trávy / ostatní druhy vzhledem k variantě hnojení a podrobnější Tukey HSD test (varianty označené stejným písmenem se průkazně neliší)

Skupina	Kontrola	LAV+PK	SA+PK	PK	LAV	SA
Jeteloviny	<b>40,1</b> c	10,9 a	19,3 ab	38,5 bc	15,1a	25,5 abc
Trávy	18,9 c	46,3 ab	<b>50,4</b> ab	25,1 ac	35,1 abc	<b>52,3</b> b
Ostatní	29,6 b	<b>56,6</b> a	42,6 ab	<b>41,1</b> ab	<b>58,1</b> a	35,6 ab

Celková pokryvnost na variantách přesahovala 100 %, neboť se druhy při stanovení metodou projektivní dominance vzájemně překrývaly – viz Tabulka 10. Kontrolní varianta byla nejhudší na pokryvnost druhů, protože zde byl výraznější podíl prázdných míst. Na variantách s N – hnojením byla všeobecně vyšší pokryvnost druhů.

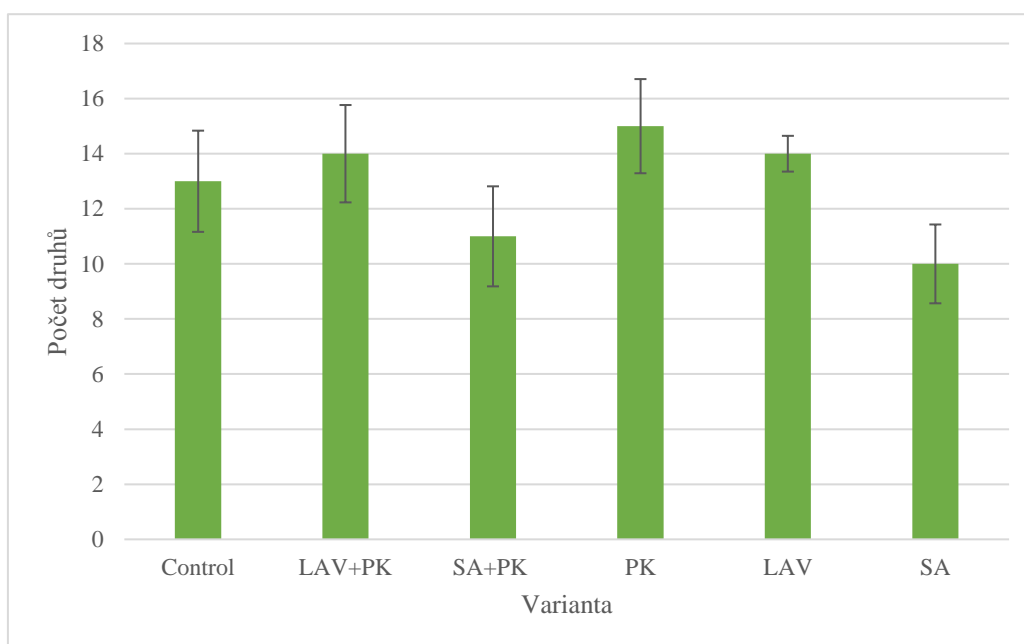


Tabulka 10 Zhodnocení celkové pokrývnosti [%]

	kontrola	LAV+PK	SA+PK	PK	LAV	SA
Celková pokrývnost [%]	104,4	117,0	118,4	114,0	116,6	116,1
Z toho prázdná místa [%]	15,8	3,3	6,1	9,4	8,4	2,8

### 5.2.1 Hodnocení dle výšky porostu

Z výsledků je patrné, že tato výška se nijak výrazně napříč variantami hnojení na tomto pokuse nelišila (viz Obrázek 9). Výraznější rozdíl byl mezi variantami 4 (PK) a 6 (SA), ale i ten byl minimální (4 cm v průměru). Vliv hnojení na výšku porostu nebyl prokázán ( $p = 0,268$ ), protože byla velmi variabilní (jak je patrné z chybových úseček) a v jednotlivých měřeních se pohybovala na kontrole od 10 do 53 cm, na LAV+PK od 23 do 49 cm, na SA+PK od 22 do 45 cm, na PK od 20 do 42 cm, na LAV od 18 do 50 cm a na SA od 17 do 46 cm.



Obrázek 9 Průměrná výška porostu na variantách [cm], vertikální úsečky značí směrodatnou odchylku

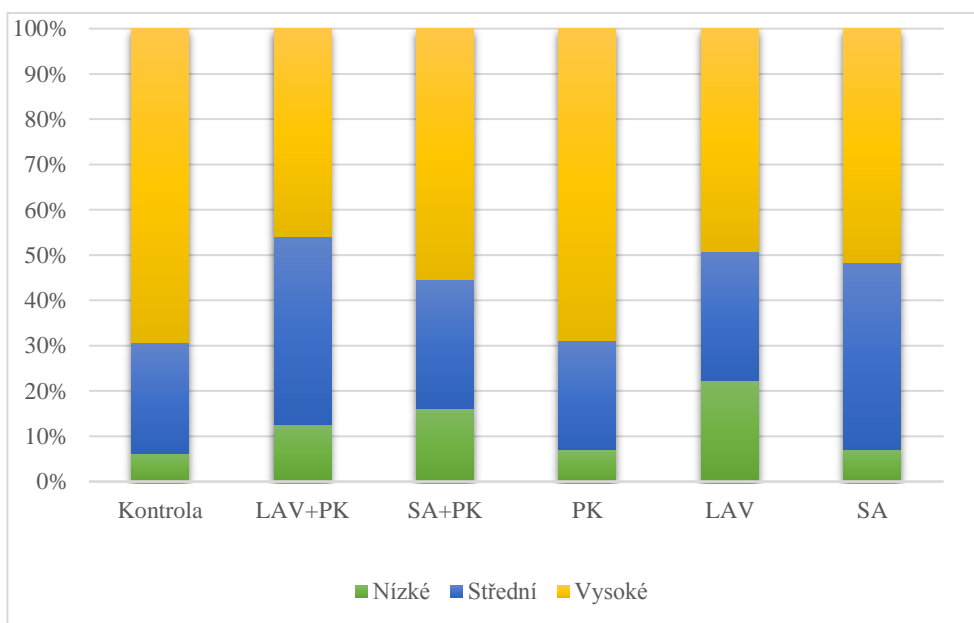
Všechny druhy na pozemku byly rozčleněny podle jejich obvyklé výšky v centimetrech do třech skupin (viz Tabulka 11). Z řad nízkých druhů lze vyjmenovat například rostliny jako jsou jetel plazivý, kakost maličkový či mochna plazivá. Do středních druhů byly zařazeny hrachor hlíznatý, kuklík městský i lnice květel. Vysoké druhy byly v převaze a zástupci této skupiny jsou čičorka pestrá, kostřava rákosovitá, trojštět žlutavý či ovsík vyvýšený. Kompletní seznam s obvyklou výškou pozorovaných druhů – viz Příloha č 4.

Tabulka 11 Rozdělení druhů na pozemku z hlediska obvyklé výšky

Rozdělení	Charakteristika	Počet druhů	Podíl v %
<b>Nízké</b>	<30 cm	8	18
<b>Střední</b>	31 – 60 cm	16	36
<b>Vysoké</b>	61 < cm	20	46

Na všech variantách měly v součtu pokryvností převahu druhy vysokého vzrůstu (viz Obrázek 10). Na kontrolní variantě dominovala čičorka pestrá, jež s ovsíkem vyvýšeným zapříčinily velký podíl této skupiny druhů. U varianty 2 (LAV+PK) navýšily podíl středních druhů zejména lipnice luční, třezalka tečkovaná a vesnovka obecná. Na variantě 3 (SA+PK) a 5 (LAV) pozvedl podíl nízkých druhů hlavně sveřep střešní. Velká pokryvnost čičorky pestré a pelyňku černobýlu má za následek převahu vysokých druhů na variantě 4 (PK). Na variantě 6 (SA) byla hojně zastoupena lipnice luční, a to o pokryvnosti 38,9 %, což procentuálně navýšilo skupinu středních druhů.

Jednofaktorová analýza rozptylu prokázala vliv hnojení na podíl nízkých druhů v porostu ( $p = 0,009$ ). Statisticky významný rozdíl byl pozorován mezi variantami 1 (kontrola) a 5 (LAV) a také mezi variantami 4 (PK) a 5 (LAV). Taktéž byl prokázán i vliv hnojení na podíl středních druhů ( $p = 0,021$ ), avšak na podíl vysokých druhů už vliv hnojení prokázán nebyl ( $p = 0,461$ ). Vztah mezi hnojením a podílem nízkých, středních a vysokých druhů byl prokázán jen částečně. U nízkých a středních druhů ano, u vysokých druhů prokázán nebyl.



Obrázek 10 Podíl nízkých / středních / vysokých druhů na každé variantě [%]

### 5.3 Hodnocení dle Ellenbergova indexu pro výživný režim

Data z polního experimentu na Suchdole byly zpracovány podle Ellenbergových hodnot pro živiny. Jednofaktorová analýza rozptylu prozradila statisticky významný rozdíl mezi variantami hnojení v rámci těchto hodnot ( $p = 0,002$ ). Druhy na polním pokusu se pohybovaly od druhého do osmého Ellenbergova stupně, přičemž nejrozšířenější druh v daném stupni je zobrazen v Tabulce 12. Rozdělení hodnot mezi sledované druhy bylo pro toto zkoumání stěžejní a je zobrazeno v Příloze 3.

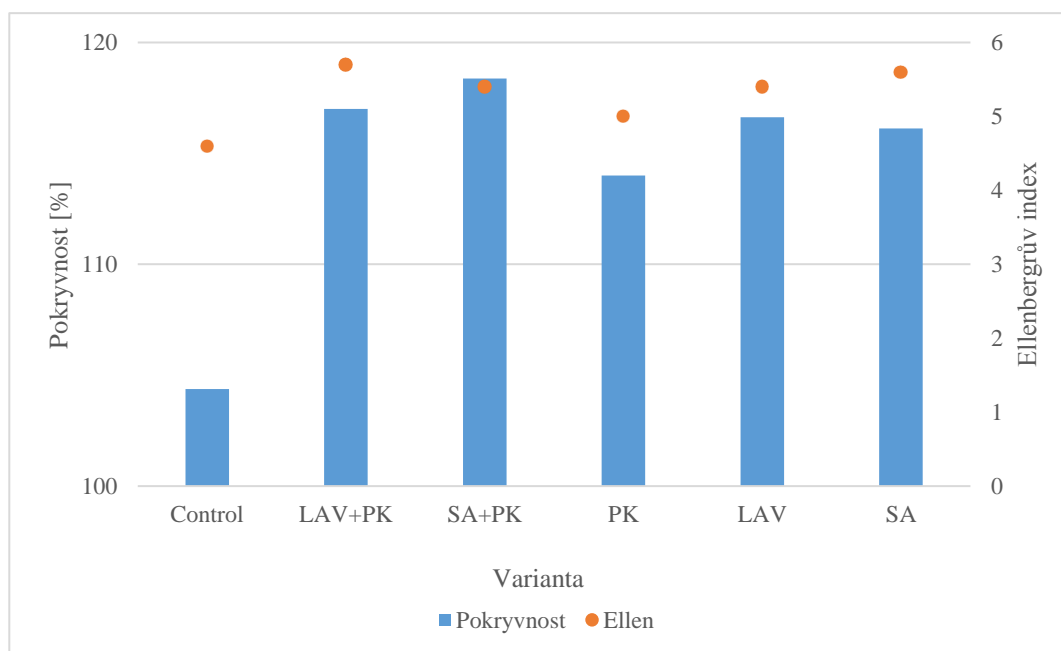
Tabulka 12 Počet druhů na pozemku a nejrozšířenější druhy v rámci výživových stupňů dle Ellenberga & Leuschnera (2010)

Stupně výživy	Počet druhů	Nejrozšířenější druh v daném stupni
1	0	
2	1	psineček tenký
3	3	čičorka pestrá
4	8	vesnovka obecná
5	9	pýr plazivý
6	6	lipnice luční
7	7	pcháč oset
8	2	pelyněk černobýl
9	0	
x	8	jetel luční

Jak je patrné z Obrázku 11, průměrně se E. index pro porost pohyboval od hodnoty 4,6 (kontrola) do 5,7 (LAV+PK). Dalo by se tedy říci, že průměrně se společenstvo polního pokusu skládalo z druhů, které se převážně vyskytují na stanovištích dobře zásobených živinami, občas na lokalitách s průměrným obsahem živin, výjimečně na lokalitách chudých na živiny. Čičorka pestrá a další druhy jako sveřep střešní, třezalka tečkovaná, vesnovka obecná i přesto, že patřily k hojně se vyskytujícím druhům na pozemku, neovládly celkové hodnocení z hlediska výživného režimu. Druhy, kterým vyhovovalo podpoření hnojivy, jako pelyněk černobýl, lipnice obecná, ovsík vyvýšený a další, vyrovnaly celkovou úroveň směrem ke střední Ellenbergově hodnotě.

Podrobnější Tukeyův HSD test ukázal, že průkazný byl zde rozdíl mezi variantami 1 (kontrola), 2 (LAV+PK), 5 (LAV) a 6 (SA), kde se lišila kontrolní varianta od těch

ostatních. Zde hrála svou roli především výrazná a již často zmiňovaná čičorka pestrá na variantě kontrolní a pelyněk černobíl na N – variantách.



Obrázek 11 Celková pokryvnost druhů vzhledem k průměrné Ellenbergově hodnotě pro živiny

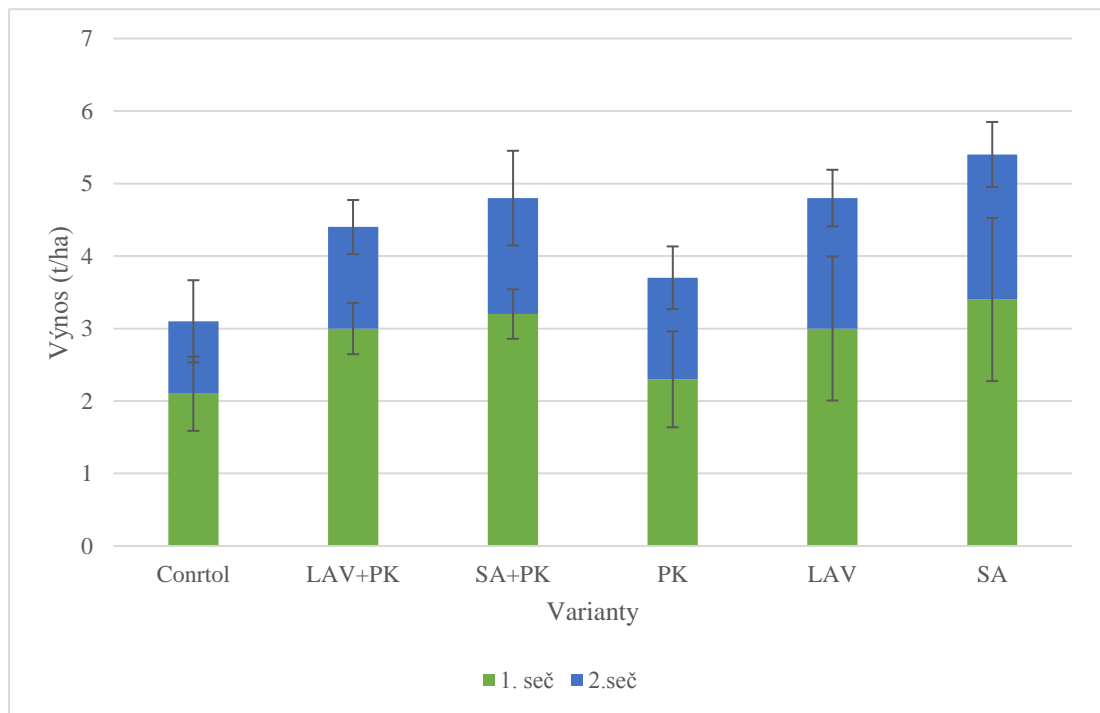
#### 5.4 Hodnocení z hlediska výnosů

Aby mohl být hodnocen výnos suché biomasy, musel se nejprve stanovit podíl sušiny (%) ze směšného vzorku, ten je zaznamenán v Tabulce 13. Z pohledu výše výnosů není patrný příliš velký rozdíl mezi nehnojenou variantou a těmi hnojenými, což se v rámci celkového ročního výnosu potvrdilo i testem ( $p = 0,165$ ). První seč byla na všech variantách více jak dvojnásobná (viz níže Obrázek 12) ve srovnání s druhou sečí, přičemž jak v první, tak v druhé seči nebyl potvrzen statisticky významný rozdíl ( $p = 0,248$ ;  $p = 0,271$ ). Největší objem sklizené biomasy byl na variantě 6 (SA), a to v obou sečích.

Tabulka 13 Průměrné výnosy suché biomasy [ $t \cdot ha^{-1}$ ] a průměrný obsah sušiny [%]

	Průměrné výnosy [ $t \cdot ha^{-1}$ ]	Sušina [%]
1. seč	2,8	37,5
2. seč	1,5	41,7

V rámci tohoto pokusu byl zkoumán vliv dusíkatých hnojiv na porost. Konkrétně se hodnotilo, zda se na výnosech projevil dusík na variantách 2 (LAV+PK), 3 (SA+PK), 5 (LAV) a 6 (SA). Vztah mezi N – variantami a výškou výnosů je patrný, což bylo potvrzeno testem ( $p = 0,012$ ). Průkazné to je jen u první seče ( $p = 0,011$ ), druhá, málo výnosná, seč se kvůli velké vyrovnanosti nedá průkazně potvrdit.



Obrázek 12 Průměrné výnosy suché biomasy [ $t \cdot ha^{-1}$ ], vertikály značí směrodatnou odchylku

## 6 Diskuze

Trvalé travní porosty, jak v řadě případů dokládá tato diplomová práce, úzce souvisí s problematikou jejich využívání. Jejich novodobým úkolem totiž není jen produkce objemné píče, jenž lidstvu v konečném důsledku přináší maso, mléko, vlnu, popřípadě energii, jak uvádí Pötsch (2007), ale dnes se spíše, jak tvrdí Fiala (2005) posouvá význam travních porostů na jejich ekologické funkce. Lze se tak plně ztotožnit jak s tím, co říkají Hopkins & Holz (2005), kteří na multifunkčnost TTP upozorňují, tak i s Hrabětem (2007), který zdůrazňuje nutnost komplexního přístupu k funkcím ve vztahu ke globálním změnám i k celé společnosti.

Předmětem této práce byla především metoda samozatravnění a snahou bylo objasnit výhody a nevýhody této metody v praxi. Samozatravnění lze dle Hrevušové et al. (2017) definovat jako samovolné utváření travního porostu na odlesněných plochách nebo na půdě ponechané ladem, přičemž ho lze spíše využít pro zakládání porostů, které nebudou určeny k produkci píče, ale budou využívány pro cenné ekologické funkce. Je možné souhlasit s tím, co říkají Walker & del Moral (2003), že spontánní sukcese a rozvoj ekosystémů s ní spojený měla vždy velký význam pro lidi a v současnosti je, i když jen výjimečně, nástrojem pro obnovu lučních porostů, kde je možno využít mechanismus sukcese a třeba napravit zdevastovanou část krajiny.

To, že se tato metoda uplatňuje v obnově narušených ekosystémů dokládá několik studií. Dlouhodobě se obnovou luk s využitím spontánní sukcese zabývali vědci v Bílých Karpatech, což popsala Jongepierová (2012). Zde se z hlediska biodiverzity jako nejúspěšnější metoda zatravnění jevila spontánní sukcese, protože se na volnou plochu brzy začaly šířit místní druhy trav a bylin z nejbližšího okolí, což bylo velmi žádoucí. Takto zatravněné plochy jsou v Bílých Karpatech na řadě míst. Dále se studiem plané vegetace zabývali například v Číně. Li et al. (2017) dokazují, že polosuché půdy na nenarušených nebo mírně narušených místech, měli velkou zásobu semen, přizpůsobenou podmínkám pro samovolnou obnovu vegetace. I Prach (2006) a Illyes et al. (2007) zmiňují spontánní sukcesí, a to ve spojitosti s obnovou na výsypkách po těžbě uhlí, v pískovnách či kamenolomech, kde mohou být poměrně příznivé fyzikální vlastnosti pro založení porostu.

V případě výzkumu na Suchdole se jedná o různě hnojený porost, který je starý šest let a pravděpodobně prošel obvyklým vývojem. Jak naznačuje Kvítek (1997), nejdřív se na pozemku objevují plevelná stádia, přičemž první zaujímají plochu obvykle jednoleté plevelu a pýr plazivý, ve vyšších polohách může převažovat medyněk měkký, přičemž tuto

fázi může narušit či zbrzdit nějaká invaze konkurenčně silnějších jedinců. V pokusech s přirozenou regenerací Jamrišky et al. (2012) spíše v prvním roce převládly druhy z čeledi merlíkovité (merlík bílý) a laskovcovité (převážně laskavec ohnutý). V druhém roku úhoru se začal prosazovat pcháč oset. Ve třetím roku se vedle pcháče začaly objevovat druhy jako turanka kanadská, ruderální pampelišky, ale i tráva a jeteloviny. Ve čtvrtém a pátém roku potom v jejich případě pokračoval stejný trend, což obecně může znamenat, že na vývoji se již od počátku podílejí rostlinné druhy v blízkém okolí, jako tomu bylo ve studii autorů Scattolin et al. (2012), kteří zkoumali vliv biopásů na tři trvalé smíšené louky v okolí.

Na zkoumaném porostu se ve sledovaném roce vyskytovalo celkem 44 druhů, přičemž jak lze soudit z výsledků, minerální hnojení mělo na počet druhů jen malý vliv. Průkazný rozdíl byl mezi třemi variantami (nejnižší počet druhů byl na variantě SA, která se lišila od kontroly a varianty s PK). Pravděpodobně se už jedná o stabilní porost, i vzhledem k převaze vytrvalých druhů. Autoři Cseceserits & Rédei (2009), kteří pozorovali sekundární sukcesí na opuštěném poli, tvrdí, že v jejich studii se počet druhů ustálil během dvou let a během následujícího roku se měnila pouze početnost těchto druhů. Spontánní sukcese vede k polopřirodní vegetaci, která bývá poměrně druhově rozmanitá, s čímž vzhledem k výsledkům můžeme souhlasit. To potvrzují i Lichner (1957) a Potch (2007) tvrzením, že místa s intenzivním obhospodařováním jsou na druhy výrazně chudší než ty málo obhospodařované.

Na polním pokuse v Suchdole převládaly vytrvalé druhy, přičemž většina z nich (16) byly byliny, druhé v pořadí (12) byly trávy a jetelovin bylo na pozemku 6 druhů. Hrevušová et al. (2017) se v rámci svého výzkumu zmiňují, že jeteloviny mají rychlý nárůst, nejvyšší produkce dosahují již ve druhém vegetačním roce a jejich podíl v dalších letech už jen klesá. Lze tvrdit, že krátká životnost jetelovin pravděpodobně může za jejich malý počet i zde na sledovaném pozemku, protože je v konečném výsledku konkurenčně silnější druhy časem přemohly. A navíc jak tvrdí Harmer et al. (2001) nebo Lima et al. (2010), jeteloviny špatně snášejí zastínění a v rozvitém extenzivně obhospodařovaném porostu se dle našeho názoru z tohoto důvodu špatně uplatnily.

Zjištěné výsledky jsou ve shodě s tvrzením Nováka (2008), že dusíkaté hnojivo redukuje podíl leguminóz v porostu, protože jeteloviny se v našem případě nejméně prosazovaly na variantách s dusíkem, více na variantě s fosforem a draslíkem, ale rozdíl nebyl bohužel statisticky průkazný. Na druhou stranu Velich (1994) zjistil, že hnojení fosforem a draslíkem zvyšuje podíl jetelovin, což byla i jedna z hypotéz. Tento trend se bohužel nepotvrdil, bude to patrně výše uvedenými vlivy nebo tím, že porost je zapotřebí hnojit

dlouhodobě, aby se vliv na jetelovinách projevil. Výjimečný druh tohoto pokusu byla čičorka pestrá, té se celkově na pozemku dařilo (nejvíce na variantě PK, ale i na nehnojené variantě a i dalších), což je patrně právě díky jejímu vysokému vzrůstu. Ukázalo se, že by mohla mít úspěch při obnově narušených pozemků, v praxi by byla ozdobou krajiny.

Trávy měly na pokusu v Suchdole převahu ve variantě 3 (SA+PK) a 6 (SA), tam se jejich pokryvnost pohybovala přes 50 %, na variantě 2 (LAV+PK) a 5 (LAV) se vyskytovaly také hojně (od 46 do 35 %), nejméně jich bylo na nehnojené variantě a na variantě 4 (PK). Lze tak souhlasit s tvrzením Velicha (1994), že při vyrovnaném hnojení a za příznivých klimatických podmínek by v TTP měly mít převahu trávy a pakliže je převaha dvouděložných bylin, jsou patrný horší ekologické podmínky na stanovišti. Dále se lze ztotožnit s tvrzením i Mrkvičky a Veselé (2001), že na druhovou diverzitu (ale i na výnosy a kvalitu píce), má hnojení nezanedbatelný vliv, přičemž vyrovnané hnojení N, P, K či používání statkových hnojiv je předpokladem pro možnost dlouhodobého využívání TTP i pro udržení významných krajinných funkcí v krajině. Sádlo & Storch (1999) navíc doplňují, že složení společenstva závisí na několika dalších aspektech, například na geografické poloze, stanovištních podmínkách a neméně na způsobu obhospodařování.

Velich (1994) ještě dodává, že hnojení podporuje druhy, které vyžadují přístupné živiny, především vysoké trávy, a tím potlačují ty méně vzrůstné. I to se ve výzkumu ověřovalo, ale bohužel výsledek nebyl statisticky průkazný. Zřejmý byl vliv hnojení na nízké i střední druhy, ale nikoliv na vysoké. Bude to pravděpodobně čičorkou pestrá, která porost jako jedna z vysokých jetelovin ovlivnila natolik, že toto tvrzení nelze dle zjištěných výsledků potvrdit.

Mezi dominantní druhy patřilo několik trav, hojně se vyskytovaly druhy jako lipnice luční, ovsík vyvýšený nebo dva druhy sveřepů, střešní a měkký. Tyto druhy, stejně jako z jetelovin čičorka pestrá, by se mohly při samozatravnění v praxi taktéž velmi dobře uplatnit. Jeden z nejvytrvalejších druhů v podmínkách mírného pásma, jak tvrdí Šašková & Štolfa (1993) je lipnice luční, která patří k výběžkatým trávám s pomalým vývojem a je značně přizpůsobivá i odolná.

Také ovsík vyvýšený, který patří mezi kvalitní trávy, není dle Rybky a Jedličkové (2015) zvláště náročný na stanoviště a často bývá v kombinaci s bylinnými druhy jako řebříček obecný, mochna bílá, škarda dvouletá, jetel pochybný či mrkev obecná, což se potvrdilo i na příkladu naší pokusné plochy. Šašková & Štolfa (1993) dále zmiňují, že velkou skupinou trav objevujících se v semiaridních oblastech jsou také sveřepy, jež jsou rozšířeny na rumišťích a úhorech, s čímž byly výsledky této práce také v souladu.



Ve výzkumu ze Suchdola se ukázalo, že hnojení mělo vliv na výnosy. Především se potvrdilo, že na výnosy má největší vliv dusíkaté hnojivo. Největší objem sklizené biomasy byl na variantě 6 (SA), jak v první, tak druhé seči. Dá se tedy konstatovat, že síran amonný (N – 21 %) by byl při požadavku vyššího výnosu do zdejší půdy nejvhodnější, ačkoliv to neplatí pro všechny stanoviště. Tang et al. (2017) upozorňují, že toto hnojivo není vhodné do kyselějších půd, tam kde hodnoty pH klesají pod 6. Lze souhlasit se Záhorou (2011), že na dodání dusíku v minerální formě reagují rostliny rychlým růstem, avšak jak tvrdí autor, je zapotřebí ho dávkovat tak, aby nedocházelo k jeho ztrátám, protože nadbytek dusíku má negativní vliv na vyzrávání rostlin a snižuje se i odolnost vůči meteorologickým změnám i škůdcům.

Novák (2008) tvrdí, že dusíkatá hnojiva podporují travní složku a redukují počet zastoupených druhů v porostu, hlavně leguminózy a ostatní byliny. S první informací se lze ztotožnit (viz popis výše). S tvrzením, že dusíkatá hnojiva redukují počet zastoupených druhů, hlavně leguminóz, lze taktéž souhlasit. Výsledky nejsou ale v souladu s redukcí ostatních bylin při dusíkatém hnojení. Pravděpodobně je to z toho důvodu, že na sledovaném pozemku se uplatnily právě byliny, kterým vyšší zásoba živin v půdě svědčí, což bylo ověřeno prostřednictvím Ellenberga & Leuschnera (2010).

Je zde na místě shrnout ještě výhody a nevýhody metody samozatravnění při zakládání TTP. Mezi nevýhody, jak tvrdí Šrámek (2004) patří jednoznačně rozšiřování hospodářsky nebezpečných plevelů do okolního prostředí, což sledujeme také jako riziko. To tvrdí i Hrevušová et al. (2017) a doplňují navíc pomalý postup vzniku porostu.

Sengl et al. (2017) naproti tomu vidí pozitivní stránky a tvrdí, že spontánní sukcese (stejně jako technika zapravení sena do půdy) vytváří polopřirozený, stabilní porost, který je druhově rozmanitější než intenzivně využívané plochy. Výhody přirozeného porostu vyzdvihuje i Šrámková (2018) prostřednictvím výzkumu s nektarodárnými biopásky, kde se zjistilo, že biopásky mají obrovský smysl pro živočichy, dělíme-li jimi velké půdní bloky a navazují-li na různé krajinné prvky. Z hlediska podpory hmyzu se však ukázalo, že biopásky planou vegetaci a její pestrost nemůžou nahradit.

Tato metoda si může připsat jako výhodu i to, že je levná a porost poté plní dle Bazzoffi et al. (2015) protierozní a dle Branta (2006) krajinnou funkci jako TTP všeobecně. Avšak je důležité si připomenout stanovisko Hanzese et al. (2017), kteří tvrdí, že jen při určité intenzitě (jakýkoliv stupeň) dochází k tomu, že travní ekosystém plní svoje funkce, ať produkční tak i mimoprodukční.

## 7 Závěr

Tato práce se zaměřovala na zkoumání porostu z hlediska botanického složení i výnosů suché biomasy. Metoda samozatavnění se dle zjištěných výsledků a konstatování různých autorů dá pokládat za přijatelnou alternativní metodu při zakládání TTP. Vliv hnojení na výnosy biomasy se potvrdil a stejně tak byl prokázán i vliv na počet druhů, ale z hlediska pokryvnosti se průkazně lišily jen některé druhy (čičorka pestrá, lipnice luční, sveřep střešní), neboť velký vliv na porost měla také heterogenita stanoviště, za kterou může sucho, jež tuto oblast semiaridního charakteru oslabilo. Avšak na základě statistické analýzy dat z polního pokusu byla **potvrzena hypotéza: Botanické složení a výnosy porostu vzniklého samozatavněním jsou ovlivněny hnojením**. Po zhodnocení dílčích hypotéz lze shrnout tyto závěry:

- ✓ Botanická skladba porostu byla vzhledem k poměrně suchému roku poměrně pestrá. Na hodnocené ploše bylo pozorováno celkem 44 druhů, z nichž 14 druhů tvořily trávy, 8 druhů jeteloviny a 22 druhů ostatní byliny. Většinu z celkového počtu druhů tvořily rostliny vytrvalé, přičemž průměrný počet druhů se na variantách pohyboval od 10 do 15. Hypotéza: Různé hnojení ovlivňuje počet druhů v porostu, se potvrdila.
- ✓ Výška porostu se nijak výrazně napříč variantami hnojení na tomto pokuse nelišila. Rozdíl byl patrný pouze mezi variantami 4 (PK) a 6 (SA), ale i ten byl minimální. Vliv hnojení na výšku porostu se nepotvrdil.
- ✓ Hnojení mělo vliv na podíl nízkých druhů v porostu, přičemž byl pozorován rozdíl mezi variantami 1 (kontrola) a 5 (LAV) a také mezi variantami 4 (PK) a 5 (LAV). Taktéž byl prokázán i vliv hnojení na podíl středních druhů, avšak na podíl vysokých druhů už vliv hnojení prokázán nebyl. Hypotéza: Hnojení má vliv na podíl nízkých, středních a vysokých druhů, se nepotvrdila.
- ✓ V rámci tohoto pokusu byl zkoumán i vliv dusíkatých hnojiv na porost. Průkazný rozdíl byl na variantách 2 (LAV+PK), 3 (SA+PK), 5 (LAV) a 6 (SA). Hypotéza: Na výnosy má největší vliv dusíkaté hnojivo, se potvrdila, přičemž průkazná byla především výnosnější první seč.
- ✓ Jeteloviny se prosadily nejvíce na kontrolní variantě, přičemž hypotéza: Hnojení fosforem a draslíkem zvyšuje podíl jetelovin, nebyla potvrzena. Avšak v případě porovnávání variant hnojených PK a bez PK se jednotlivé varianty vzájemně v podílu jetelovin lišily. Méně se prosazovaly na variantách s dusíkem, více na variantě s fosforem a draslíkem, ale rozdíl nebyl ještě statisticky průkazný.

## 8 Seznam literatury

- Adamec V, et al. 2006. Výzkum zátěže z životního prostředí z dopravy. Závěrečná zpráva z projektu Vav CE 801/210/109. CDV, Brno.
- Andert D, Frydrych J, Juchelková D, Gerndtová I. 2007. Příručka pro pěstování, spalování a využití trav při výrobě bioplynu. Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha.
- Bazzoffi P, Francaviglia R, Neri U, Napoli R, Marchetti A, Falcucci M, Pannelli B, Simonetti G, Barchetti A, Migliore M. 2015. Environmental effectiveness of GAEC cross-compliance Standard 1.1a (temporary ditches) and 1.2b (permanent grass cover of set-aside) in reducing soil erosion and economic evaluation of the competitiveness gap for farmers. *Italian Journal of Agronomy* (e710) DOI: 10.4081/ija.2015.10.s1.710.
- Beranová M, Kubačák A. 2010. Dějiny zemědělství v Čechách a na Moravě. Libri, Praha.
- Bičík I, Hauptman I, Kukul Z, Pošmourný K. 2009. Půda v České republice. Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha.
- Blažková D. 2004. Hnojení travinných porostů. Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000. Ministerstvo životního prostředí, Praha.
- Bokusheva R, Kumbhakar SC, Lehmann B. 2012. The effect of environmental regulations on Swiss farm productivity. *International Journal of Production Economics* **1**: 93-101.
- Bornkamm R. 1988. Mechanisms of succession on fallow lands. *Vegetatio* **77**: 95 -101.
- Borovičková H., Havelková S. 2005. Nástroje ochrany přírody a krajiny. Planeta, Praha.
- Brant V, Pivec J, Venclová V, Soukup J. 2006. The influence of different soil vegetation covers onto the volumetric water content in upper soil layers. *Plant soil and environment* **52**: 275-281.

- Broyer, J., Prudhomme, J. 1995. The effects of fertilization on the flora of flooded meadows in the Saone Valley. *Ecologie. Brunoy* **26**: 45-58.
- Cílek V. 2010. *Krajiny vnitřní a vnější*. Dokořán, s.r.o, Praha.
- Connell JH, Slatyer RO. Mechanisms of Succession in Natural Communities and Their Role in Community Stability and Organization. *The American Naturalist* **111**: 1119-1144.
- Csecserits A. Rédei T. 2001. Secondary succession on sandy old-fields in Hungary. *Applied Vegetation Science* **4**: 63-74.
- Dissanayake D, Morimoto T, Ranagalage M. 2019. Accessing the soil erosion rate based on RUSLE model for sustainable land use management: a case study of the Kotmale watershed, Sri Lanka. *Modeling earth systems and Environment* **5**: 291-306.
- Ellenberg H, Leuschner C. 2010. *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht*. Ulmer, Stuttgart.
- European Commission. 1997. *Agenda 2000. For a stronger and wider Union*. Office for Official Publications of the European Communities, Belgium.
- Fabšicová M., Vymyslický T. 2015. Úhory, staronový fenomén české krajiny. *Vesmír* **94**: 147-150.
- Fiala J. 2005. Trvalé travní porosty není nutné využívat pouze na píce. *Úroda*. **53**: 41-43.
- Gibas P, Pauknerová K. 2015. Krajina jako téma, terén i problém současné společenské vědy: antropologické čtení krajiny. Pages 7-18 in Blažková T, Červinková P, editors. *Krajina jako antropologická čítanka*. Togga, Praha.
- Hakl J. 2017. Trendy v hodnocení kvality líce a travní porosty z různých úhlů pohledu. *Pícninářské listy* **23**: 74-77.

- Handlova V, Munzbergova Z. 2006. Seed banks of managed and degraded grasslands in the Krkonose Mts., Czech Republic. *Folia Geobotanica* **41**: 275-288.
- Hanzes L, Ilavská I., Britaňák, N. 2017. Kvalita nadzemnej fytohmoty opustených travnatých porastov v procese ich revitalizácie. *Pícninářské listy* **23**: 33-35.
- Harmer R, Peterken G, Kerr G, Poulton P. 2001. Vegetation changes during 100 years of development of two secondary woodlands on abandoned arable land. *Biological conservation* **101**: 291-304.
- Hejcman M, Hejcmanova P, Pavlu V, Beneš J. 2013. Origin and history of grasslands in Central Europe – a review **68**: 345-363.
- Hopkins A, Holz B. 2005. Grassland for agriculture and nature conservation: production, quality and multi-functionality. Integrating efficient grassland farming and biodiversity **10**: 15-29.
- Hrabě F. 2017. Změny v Rakouském pícninářství a chovatelství. *Pícninářské listy* **23**: 20-21.
- Hrevušová Z, Skalická J, Šantrůček J. 2017. Zakládat travní porosty výsevem, nebo spoléhat na samozatravnění? *Úroda* **4**: 103-105.
- Huallachain D, Finn JA, Keogh B, Fritch R, Sheridan H. 2016. A comparison of grassland vegetation from three agri-environment conservation measures. *Irish journal of agricultural and research* **55**: 176-191.
- Chytrý M. 2018. *Vegetace ČR 1. Travinná a keříčková vegetace*. Academia, Praha.
- Chytrý M. 2012. Vegetation of the Czech republic: diversity, ecology, history and dynamics. **84**: 427-504.
- Illyes E, Chytrý M, Botta-Dukat Z, Jandt, U., Skodova I, Janisova M, Wiler W, Hajek O. 2007. Semi-dry grasslands along a climatic gradient across Central Europe: Vegetation classification with validation. *Journal of Vegetation Science* **18**: 835-846.

- Jamriška P, Gregorová H, Kováč K, Zubal P, Petřivalský V, Pospíšil V. 2002. Obhospodarovanie ornej pôdy dočasne vyradenej z obrábania – úhorenie. Naše pole, spol. s.r.o. Lužianky, Piešťany.
- Janeček M. 2012. Ochrana zemědělské půdy před erozí – metodika. ČZU, fakulta ŽP, Praha.
- Jašek A. 1962. O progresivním vývoji v živé přírodě. Pages 163-170 in Jašek A, editor. Sborník prací filosofické fakulty. Filosofická fakulta, Brno.
- Jongepierová I. 2012. Grassland Restoration in the White Carpathians Protected Landscape Area. *Životné prostredie* **46**: 119–123.
- Kelemen A, Tothmeresz B, Valko O, Miglecz T, Deak B, Torok P. 2017. New aspects of grassland recovery in old-fields revealed by trait-based analyses of perennial-crop-mediated succession. *Ecology and Evolution* **7**: 2432-2440.
- Kohoutek A. 2012. Trvale udržitelné obhospodařování TTP v zemědělské soustavě České republiky. Page 227 in Kohoutek A, Pozdíšek J, editors. Trvale udržitelné systémy obhospodařování travních porostů v České republice a jejich perspektiva. Výzkumný ústav rostlinné výroby v Praze 6 – Ruzyně, Radotín.
- Kolář L, Kužel S, Peterka J, Štindl P, Plát V. 2008. Agrochemical value of organic matter of fermenter wastes in biogas production. *Plant, Soil and Environment* **54**: 321-328.
- Kozák J, et al. 2009. Atlas půd České republiky, 2. upravené vydání. ČZU, Praha.
- Králová T. 2006. Zatravňovat, ale jinak. *Zemědělec* **14**: 14-16.
- Kučera T, Šumberová K. 2001. T1 Louky a pastviny. Pages 109-110 in Chytrý M, Kučera T, Kočí M, editors. Katalog biotopů České republiky. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.
- Kvítek T. 1997. Udržení, zlepšení a zakládání druhově bohatých luk. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha.

- Leck MA, Leck CF. 1998. A ten-year seed bank study of old field succession in central New Jersey. *Journal of the Torrey Botanical Society* **125**: 11-32.
- Li C, Xiao B, Wang Q, Zheng R, Wu J. 2017. Responses of Soil Seed Bank and Vegetation to the Increasing Intensity of Human Disturbance in a Semi-Arid Region of Northern China. *Sustainability* (e1837) DOI: 10.3390/su9101837.
- Lichner S, Morháč P, Švanta M, Folkman I, Šinkovic J, Kvietok J, Lobotka I. 1977. *Lúky a pasienky. Příroda, Bratislava.*
- Lima ALDS, Zanella F, Castro LDMD. 2010. Growth of *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae) under different shading levels. *Acta Amazonica* **40**: 43-48.
- Liu G, Hu F, Zheng F, Zhang Q. 2019. Effects and mechanisms of erosion control techniques on stairstep cut-slopes. *Science of the total environment* **656**: 307-315.
- Lokoč R, Lokočová M. 2010. *Vývoj krajiny v České republice. Lipka, Brno.*
- Makoto K, Wilson SD. 2019. When and where does dispersal limitation matter in primary succession? *Journal of Ecology* **107**: 559-565.
- Marada P, Večeřová V, Kamarád L, Dundálková P, Mareček J. 2008. *Příručka pro nakládání s digestátem a fugátem. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně a Institut celoživotního vzdělávání ve spolupráci s Ústavem zemědělské, potravinářské a environmentální techniky, Brno.*
- Mazín AV. 2015. *Velký příběh Země. Ještě není pozdě. Vydal Pavel Černý, Plzeň.*
- Michaud A, Plantureux S, Amiaud B, Carrere P, Cruz P, Duru M, Dury B, Farruggia A, Fiorelli JL, Kerneis E. 2012. Identification of the environmental factors which drive the botanical and functional composition of permanent grasslands. *Journal of agricultural science* **150**: 219-236.

- Míchal I. 1994. Ekologická stabilita. Veronica – ekologické středisko ČSOP, Brno.
- Michalčáková A, Komínková M, Farkač M. 2015. Společná zemědělská politika EU v letech 2014-2020: informační příručka projektu AGRI ČR+. Centrum pro studium demokracie a kultury (CDK), Praha.
- Mikulka J, Kneifelová M. 2005. Významné a nově šířící se plevele – Pelyněk černobýl. Úroda **6**: 62-63.
- Mrkvička J, Veselá M. 2001. Vliv různých forem hnojení na botanické složení a výnosový potenciál travních porostů. ÚZPI, Praha.
- Mrkvička J, Veselá M. 2002. The influence of long-term fertilization on species diversity and yield potential of permanent meadow stand. Rostlinná výroba **48**: 69-75.
- Novák J. 2008. Pásienky, lúky a trávniky. Patria I. spol. s r. o., Prievidza.
- Panuccio MR, Papalia T, Attina E, Giuffre A, Muscolo A. 2019. Use of digestate as an alternative to mineral fertilizer: effects on growth and crop quality. Archives of Agronomy and soil science **65**: 700-711.
- Pavlů V, Pavlů L, Gaisler J, Hejcman M. 2017. Hnojení a vápnění horských travních porostů – shrnutí současných poznatků. Opera Corcontica. **54**: 107-120.
- Pötsch EM. 2010. Multi-functionality and management diversity in Austrian grassland. Alpenländisches Expertenforum, Austria.
- Prach K. 2006. Příroda pracuje zadarmo. Technické, nebo přírodní rekultivace? Vesmír **85**: 272-277.
- Pšenčík J, Kouřilová J, Sedláček J. 2010. Analýza dotací v soukromém sektoru na bázi podniku. Acta Oeconomica Pragensia, Praha.



- Rybka V, Josková Jedličková R. 2015. Naše květena. Ottova encyklopedie. Ottovo nakladatelství, Praha.
- Sádlo J. 2004. O přírodě a lidech. Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000. *Planeta* **12**: 7-8.
- Sádlo J, Storch D. 1999. Biotopy České republiky. Vesmír, Praha.
- Scattolin F, Rimi F, Boftazzo M, Ziliofto U. 2012. Evolution of the botanical composition of meadows managed as set-aside strips to support wildlife. *Grassland – A European Resource*. **17**: 704-706.
- Séguin P, Moser J, Dohnal F, Oviir M, Pöysti T, Kovács A, Burr T. 2008. Report on implementation of the Natura 2000 network in Europe. Supreme Audit Office, Czech Republic.
- Sengl P, Magnes M, Weithaler K, Wagner V, Erdos L, Berg C. 2017. Restoration of lowland meadows in Austria: A comparison of five techniques. *Basic and applied ecology* **24**: 19-29.
- Silvertown J. 1980. The dynamics of a grassland ecosystem: Botanicum equilibrium in the Park Grass Experiment. *Journal of Applied Ecology* **17**: 491-504.
- Skládanka J, Veselý P. 2007. Travní porost jako krajnotvorný prvek. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.
- Suchar I, Sucharová J. 2005. Mechový archiv. *Vesmír* **84**: 25-28.
- Šašková D, Štolfa V. 1993. Trávy a obilí. Artia/Granit, Praha.
- Šrámek P. 2004. Výběr vhodných způsobů zakládání a ošetřování lučních porostů s vysokou druhovou biodiverzitou. Závěrečná zpráva. Ministerstvo zemědělství a Národní agentura pro zemědělský výzkum, Praha.

- Šrámek P, Kašparová J. 2005. Druhově bohaté bylinné směsi při zatravňování půdy. *Úroda* **53**: 48-51.
- Tang Z, Deng L, An H, Yan W, Shangguan Z. 2017. The effect of nitrogen addition on community structure and productivity in grasslands: A meta-analysis. *View Journal Impact* **99**: 31-38.
- Thompson K, Bakker JP, Bekker R. M. 1997. The soil seed banks of North West Europe: Methodology, Density and Longevity. University Press, Cambridge.
- Tolasz R, Míková T, Valeriánová A, Voženílek V. 2007. Atlas podnebí Česka. Český hydrometeorologický ústav, Praha.
- Toman M, Codl S, Tuček P. 2012. České zemědělství: očima těch, kteří u toho byli. Národní zemědělské muzeum Praha, Praha.
- Ujházy K. 2003. Sekundárna sukcesia na opustěných lúkach a pasienkoch Poľany. Vydavateľstvo TU, Zvolen.
- Vaněk V, et al. 2012. Výživa zahradních rostlin. Academia, Praha.
- Vejvodová A. 2016. Biopásy: Informační materiál pro zemědělce. Ministerstvo zemědělství, Praha.
- Vejvodová A. 2018. Zatravňování orné půdy: Informační materiál pro zemědělce. Ministerstvo zemědělství, Praha.
- Velich J, Petřík M, Regal V, Štráfelda J, Turek F. 1994. Pícninářství. Vysoká škola zemědělská. Editpress, Praha.
- Veselá, H., Mudrák, O., Frouz, J. 2018. The role of dead standing biomass of *Calamagrostis epigejos* in nutrient turnover during spontaneous succession. *Science of the total environment* **644**: 717-724.

- Vítěz T, Geršl M, Mareček J, Kudělka J, Krčálová E. 2013. Mineralogicko-chemická charakteristika fermentačních zbytků při výrobě bioplynu a možnosti jejich využití pro zlepšení vlastnosti půd. Ministerstvo zemědělství ČR, Brno.
- Walker LR, Moral R. 2003. Primary succession and ecosystem rehabilitation. Cambridge University Press, Cambridge.
- Wasilewski Z, Gutkowska A. 2009. Grasslands in Poland and their potential for use for biogas production. Page 51 in Cagaš B, Macháč R, Nedělník J, editors. Alternative Functions of Grassland. Book of Abstracts. International Occasional Symposium European Grassland Federation, Brno.
- Záhora J, Nohel P, Kintl A. 2011. Vyplavování minerálního dusíku z orných, lučních a lesních půd v OPVZ II. st. Březová nad Svitavou. Pages 49-54 in Barák, et al. editors. Sborník příspěvků XV. Mezinárodní vodohospodářské konference Voda Zlín. Moravská vodárenská, a.s., Olomouc.
- Zajíček A, Fučík P, Duffková R, Maxová J. 2016. Zatravnění orné půdy, jakost drenážních vod a vybrané ekonomické ukazatele. Výzkumný ústav meliorací a ochrany. Úroda **10**: 55-58.
- Zehnálek J, Vojtěch A, Kizek R. 2006. Asimilace dusičnanového, amonného a amidického dusíku u zemědělských plodin. Chemické listy **100**: 508-514.

### **Internetové zdroje**

- Česká národní rada. 1992. Zákon č. 114 ze dne 25. března 1992 o ochraně přírody a krajiny in: *Zákony pro lidi.cz*, částka 28/1992. Česká republika. Available from <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-114#cast2> (accessed January 2019).
- Český statistický úřad, veřejná databáze. 2018. Obhospodařovaná zemědělská půda k 31.5.2018. Czso. Available from <https://www.czso.cz/csu/czso/soupis-ploch-osevu-k-31-5-2018> (accessed November 2018).

Český statistický úřad. Za sto let ubyla třetina zemědělské půdy. Czso. Available from <https://www.czso.cz/csu/czso/za-sto-let-ubyla-tretina-zemedelske-pudy> (accessed December 2018).

Meteorologická stanice České zemědělské univerzity v Praze. 2018. Průměrná teplota. Srážkové úhrny. Available from <http://meteostanice.agrobiologie.cz/ostanici.php> (accessed January 2019).

Ministerstvo zemědělství ČR. E-Katalog BPEJ. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i. Available from <https://bpej.vumop.cz/> (accessed March 2019).

Ministerstvo zemědělství ČR. Program rozvoje venkova 2014-2020. Eagri. Available from <http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/program-rozvoje-venkova-na-obdobi-2014/> (accessed January 2019).

Pančíková J. 2016. Digestáty a jejich využití v zemědělství. Úroda. Available from <https://uroda.cz/digestaty-a-jejich-vyuziti-vzemedelstvi/> (accessed December 2018).

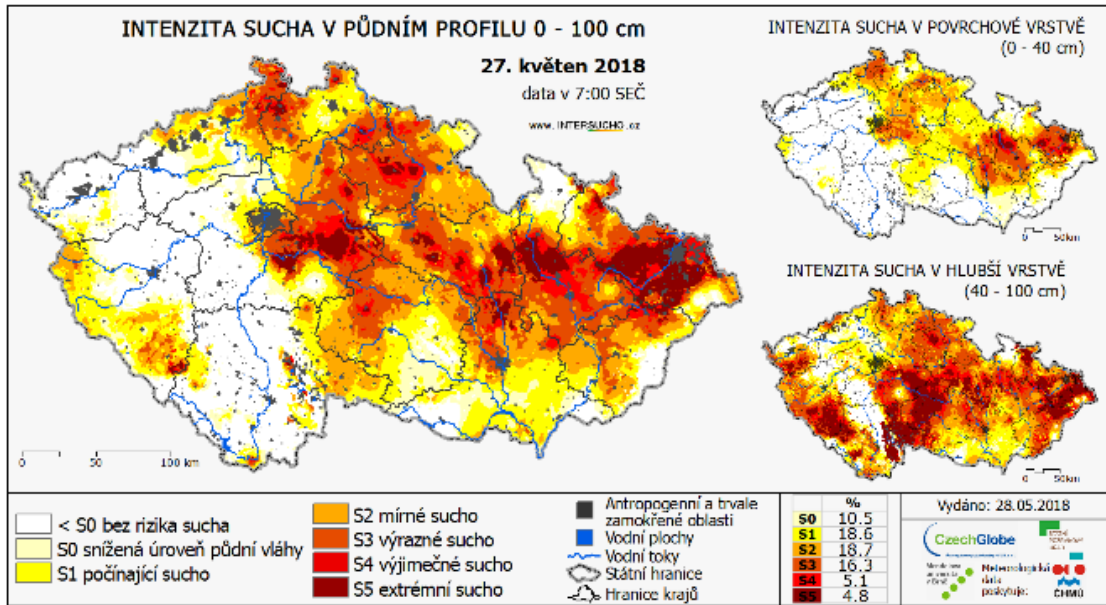
Šrámková A. 2018. Nektarodárné biopásy. Agromanuál. Česká zemědělská univerzita v Praze. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/nektarodarne-biopasy> (accessed January 2019).

## Seznam tabulek a seznam obrázků

- Tabulka 1 Struktura obhospodařované zemědělské půdy 2018 v ČR (str. 5)
- Tabulka 2 Klimatická charakteristika oblasti W2 (str. 31)
- Tabulka 3 Průměrná teplota [°C] za jednotlivé měsíce a rok 2018 v Suchdole (str. 32)
- Tabulka 4 Průměrné srážky [mm] za měsíc a rok 2018 v Suchdole (str. 33)
- Tabulka 5 Období zákazu hnojení – BPEJ 2.10.00 (str. 34)
- Tabulka 6 Stupně výživného režimu (str. 37)
- Tabulka 7 Botanická skladba porostu a počet druhů (str. 39)
- Tabulka 8 Čičorka pestrá – průměrná pokryvnost [%] a Tukey HSD test (str.39)
- Tabulka 9 Průměry pokryvností [%] v rámci skupin jeteloviny / trávy / ostatní druhy vzhledem k variantě hnojení a podrobnější Tukey HSD test (str. 41)
- Tabulka 10 Zhodnocení celkové pokryvnosti [%] (str. 42)
- Tabulka 11 Rozdělení druhů na pozemku z hlediska obvyklé výšky (str. 43)
- Tabulka 12 Počet druhů na pozemku a nejrozšířenější druhy v rámci výživových stupňů dle Ellenberga & Leuschnera (2010) (str. 44)
- Tabulka 13 Průměrný obsah sušiny [%] a průměrné výnosy [t. ha<sup>-1</sup>] (str. 45)
- 
- Obrázek 1 Obhospodařovaná půda od roku 2002 do roku 2017 (str. 6)
- Obrázek 2 Orná půda a TTP v ČR – porovnání mezi léty 2002 a 2017 (str. 26)
- Obrázek 3 Výřez z mapy půdních typů – Suchdol (str. 33)
- Obrázek 4 Schéma plochy polního pokusu (str. 35)
- Obrázek 5 Schéma jednoho bloku (str. 35)
- Obrázek 6 Průměrný počet druhů na variantu hnojení (str. 38)
- Obrázek 7 Průměrná pokryvnost – hlavní jednoděložné druhy (str. 40)
- Obrázek 8 Průměrná pokryvnost – hlavní dvouděložné druhy (str. 40)
- Obrázek 9 Průměrná výška porostu na variantách [cm] (str. 42)
- Obrázek 10 Podíl nízkých / středních / vysokých druhů na každé variantě [%] (str. 43)
- Obrázek 11 Celková pokryvnost druhů vzhledem k průměrné Ellenbergově hodnotě pro živiny (str. 45)
- Obrázek 12 Výnosy suché biomasy [t. ha<sup>-1</sup>] (str. 46)

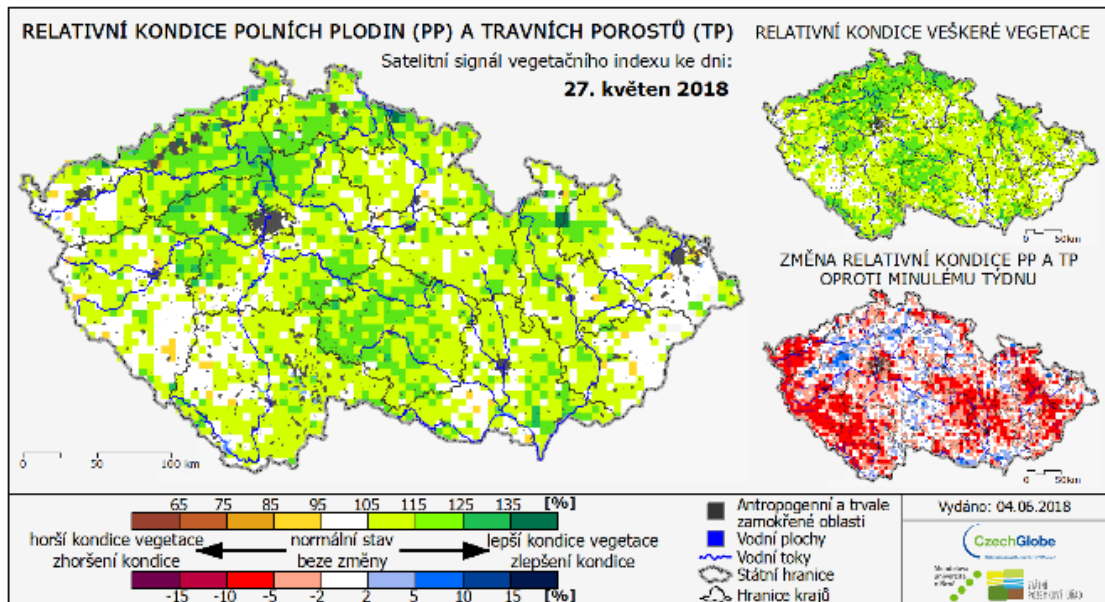
# Samostatné přílohy

## Příloha 1



Intenzita sucha v době bonitace, zdroj: <https://www.intersucho.cz/cz/mapy/intenzita-sucha/?paginator-page=5>

## Příloha 2



Relativní kondice travních porostů v době bonitace, zdroj: <https://www.intersucho.cz/cz/mapy/dopady-sucha-na-vegetaci/?pageimage=imageSmall&pageimagenode=2482&paginator-page=3>

Příloha 3 – Celé druhové složení polního pokusu a průměr pokryvností [%] na jednotlivých variantách + Ellenbergův index pro živiny, zdroj: vlastní, Ellenberg & Leuschner (2010)

Název	Varianty hnojení						E. index
	Kontrola	LAV+PK	SA+PK	PK	LAV	SA	
<b>Hlavní druhy</b>							<b>Ellen.</b>
Čičorka pestrá	31,6	9,5	18,8	33,1	13,6	23,4	3
Lipnice bahenní	1,8	0,1	6,5	4,4	0,9	5,3	7
Lipnice luční	4,4	12,9	10,1	9,3	8,8	38,9	6
Lipnice obecná	2,6	5,9	3,8	2,4	5,3	0,4	7
Ovsík vyvýšený	4,3	2,5	1,5	0,1	1,0	4,3	7
Pelyněk černobýl	3,3	20,8	15,8	13,0	19,6	16,9	8
Pcháč oset	3,4	7,4	7,9	5,5	5,1	4,8	7
Sveřep střešní	2,1	7,8	14,3	4,0	17,5	3,9	4
Třezalka tečkovaná	2,4	1,9	1,6	2,1	4,3	1,1	4
Vesnovka obecná	4,4	13,6	10,9	8,5	12,4	6,9	4
<b>Ostatní druhy</b>	<b>Kontrola</b>	<b>LAV+PK</b>	<b>SA+PK</b>	<b>PK</b>	<b>LAV</b>	<b>SA</b>	<b>Ellen.</b>
Hrachor hlíznatý	0,4	0,3	0	0,5	0	0	4
Jahodník sp.	0	0	0	0,1	0	0	6
Jetel luční	3,9	0	0	1,9	0	0	x
Jetel plazivý	0,1	0	0	0	0	0	6
Jetel pochybný	0	0	0	0	0,1	0	4
Jílek vytrvalý	0,3	0	2,0	0,5	0,5	0,6	7
Jitrocel kopinatý	2,3	0,3	1,0	1,0	0,6	0	x
Kakost dlanitosečný	0	0	0	0	0	0,1	5
Kakost maličký	0	0	0,1	0	0,3	0	7
Kostřava červená	1,5	0,5	0	1,3	0	0,3	x
Kostřava rákosovitá	0,4	0,6	0	0	0	0	5
Kuklík městský	0,1	0	0	0	0	0	7
Lnice květel	0,0	0	0	0,1	0,5	0	5
Locika kompasová	0	0	0	0	0,1	0	4
Mochna plazivá	0,1	0	0,1	0,1	0,0	0,5	5
Olešník kmínolistý	0,1	0	0	0,3	0	0	3
Ostřice	1,1	0,4	4,4	1,1	0	0	4
Pampeliška lékařská	0,9	6,0	1,3	2,0	4,3	2,6	8
Psineček tenký	0,1	0	0	0	0	0	2
Pýr plazivý	0,2	15,6	4,9	0,9	0	2,5	5
Rozrazil cizí	0,1	0	0,1	0,1	0,1	0	6
Rožec obecný	0,3	0	0,1	0,3	0,3	0	4
Řebříček obecný	1,3	1,3	0	0	0	0	5
Srha laločnatá	0	0,3	1,9	0,6	0	0	6
Srpek obecný	0,6	0,5	0	0	0	0	x
Sveřep měkký	0,2	0,3	0,5	0,6	1,1	1,2	3

Svlačec rolní	0	0,4	1,3	0	1,4	1,1	x
Škarda dvouletá	4,3	2,8	0,8	5,8	5,4	1,3	5
Šťovík kadeřavý	0,8	1,3	0,3	0,3	0,9	0,3	6
Tolice dětelová	2,3	0,6	0,3	0,1	0,1	0,5	x
Trojštět žlutavý	0	0	0,6	0	0	0	5
Turanka kanadská	5,4	0,6	1,6	2,4	2,9	0	5
Vikev sp.	1,8	0,5	0,3	1,4	0,4	0,4	x
Vojtěška setá	0	0	0	1,5	1,0	1,3	x

Pozn.: x = indiferentní druhy

Příloha 4 – Druhy a jejich obvyklá výška [cm], zdroj: Rybka & Josková Jedličková (2015)

Název (česky)	Název (latinsky)	Obvyklá výška [cm]
Čičorka pestrá	<i>Coronilla varia</i> L.	100
Hrachor hlíznatý	<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	40
Jahodník sp.	<i>Fragaria</i> L.	20
Jetel luční	<i>Trifolium pratense</i> L.	65
Jetel plazivý	<i>Trifolium repens</i> L.	25
Jetel pochybný	<i>Trifolium dubium</i> Sibth.	25
Jílek vytrvalý	<i>Lolium perene</i> L.	50
Jitrocel kopinatý	<i>Plantago lanceolata</i> L.	30
Kakost dlanitosečný	<i>Geranium dissectum</i> L.	40
Kakost maličký	<i>Geranium pusillum</i> L.	25
Kostřava červená	<i>Festuca rubra</i> L.	80
Kostřava rákosovitá	<i>Festuca arundinacea</i> Schreber	140
Kuklík městský	<i>Geum urbanum</i> L.	60
Lipnice bahení	<i>Poa palustris</i> L.	100
Lipnice luční	<i>Poa pratensis</i> L.	50
Lipnice obecná	<i>Poa trivialis</i> L.	90
Lnice květel	<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	40
Locika kompasová	<i>Lactuca serriola</i> L.	80
Mochna plazivá	<i>Potentilla reptans</i> L.	15
Olešník kmínolistý	<i>Selinum carvifolia</i> L.	80
Ostřice	<i>Carex</i> L.	65
Ovsík vyvýšený	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) Presl	120
Pampeliška lékařská	<i>Taraxacum officinale</i> L.	25
Pelyněk černobýl	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	120
Pcháč oset	<i>Cirsium arvense</i> L.	100
Psineček tenký	<i>Agrostis capillaris</i> L.	70
Pýr plazivý	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	60
Rozrazil cizý	<i>Veronica peregrina</i> L.	10
Rožec obecný	<i>Cerastium holosteoides</i> Fr.	40



Řebříček obecný	<i>Achillea millefolium</i> L.	60
Srha laločnatá	<i>Dactylis glomerata</i> L.	100
Srpek obecný	<i>Falcaria vulgaris</i> L.	80
Sveřep měkký	<i>Bromus hordeaceus</i> L.	50
Sveřep střešní	<i>Bromus tectorum</i> L.	30
Svlačec rolní	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	15
Škarda dvouletá	<i>Crepis biennis</i> L.	65
Šťovík kadeřavý	<i>Rumex crispus</i> L.	80
Tolice dětelová	<i>Medicago lupulina</i> L.	60
Trojštět žlutavý	<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P. B.	100
Třezalka tečkovaná	<i>Hypericum perforatum</i> L.	60
Turanka kanadská	<i>Conyza canadensis</i> L.	40
Vesnovka obecná	<i>Cardaria draba</i> L.	40
Vikev setá	<i>Vicia sativa</i> L.	80
Vojtěška setá	<i>Medicago sativa</i> L.	80

# Fotodokumentace

(autor: Ing. Zuzana Hrevušová, Ph.D.)

Fotografie 1 – Pohled na pokusný pozemek



Fotografie 2 – Pohled na pokusný pozemek z druhé strany



Fotografie 3 – Pohled na variantu s dominantní čičkorkou pestrou



Fotografie 4 – Pohled na variantu s pýrem plazivým v popředí



Fotografie 5 – Pohled na variantu s pelyňkem černobýlem



Fotografie 6 – Pohled na variantu s ovsíkem vyvýšeným

