

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA BIOTECHNICKÝCH ÚPRAV KRAJINY



VODNÍ EROZE A PROTIEROZNÍ OPATŘENÍ
VE CHMELNICÍCH
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Jan Vopravil, Ph.D.

Bakalant: Alena Sýkorová

2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Alena Sýkorová

Krajinářství
Územní technická a správní služba

Název práce

Vodní eroze a protierozní opatření ve chmelnicích

Název anglicky

Water erosion and soil protection in hop-gardens

Cíle práce

Cílem práce je zpracovat literární přehled rizika vodní eroze při pěstování chmele otáčivého. Zároveň i posoudit konkrétní pilotní území.

Metodika

Sběr literárních pramenů k problematice ohroženosti chmelnic, zúčastnit se měření simulátorem deště a posoudit skutečný stav ohroženosti chmelnic vodní erozí oproti běžně pěstovaným plodinám.

Doporučený rozsah práce

45 stran

Klíčová slova

Chmelnice, vodní eroze, erodovatelnost půdy.

Doporučené zdroje informací

- ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, – JANEČEK, M. *Ochrana zemědělské půdy před erozí : metodika*. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.
- JANEČEK, M. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Základy erodologie*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2008. ISBN 978-80-213-1842-7.
- JANEČEK, M. – HRABALÍKOVÁ, M. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Příspěvek k hodnocení různých přístupů v modelování ztráty půdy vodní erozí v prostředí GIS : disertační práce*. Disertační práce. Praha: 2015.
- JANEČEK, M. *Ochrana zemědělské půdy před erozí : metodika*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2007. ISBN 978-80-254-0973-2.
- VOPRAVIL, J. *Půda a její hodnocení v ČR. Díl II./ Jan Vopravil a kol.* Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2011. ISBN 978-80-87361-08-5.
- VOPRAVIL, J. *Půda a její hodnocení v ČR. Díl. I.* Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2010. ISBN 978-80-87361-05-4.
- VOPRAVIL, J. – VOPRAVIL, J. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Příspěvek ke stanovení erodovatelnosti půdy v podmínkách České republiky [rukopis]*. Disertační práce. Praha: 2006.
-

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Jan Vopravil, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra biotechnických úprav krajiny

Konzultant

Ing. David Kincl

Elektronicky schváleno dne 27. 3. 2019

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 28. 3. 2019

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 12. 03. 2020

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Vodní eroze a protierozní opatření ve chmelnicích vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 15. 3. 2020

.....
(podpis autora práce)

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu své bakalářské práce Ing. Janu Vopravilovi, Ph.D. a konzultantovi Ing. Davidu Kinclovi za cenné rady, podmínky a za vstřícný přístup. Dále děkuji Ing. Jiřímu Halebrantovi za poskytnutí pozemku na chmelnici v obci Solopysky okres Louny jako pilotní území pro moji bakalářskou práci a Ing. Josefu Ježkovi, Ph.D. za poskytnutí meteorologických údajů. Samozřejmě také děkuji svým dcerám Kateřině a Barboře za podporu při psaní této práce.

V Praze dne 15. 3. 2020

.....

Vodní eroze a protierozní opatření ve chmelnicích

Abstrakt

Na erozně ohrožených chmelnicích dochází vlivem silných dešťů ke ztrátám půdy, což vede k ohrožení obytných i neobytných oblastí. Mezi následky patří i zvýšené finanční náklady a snížení úrodnosti půdy. Jednou z možných protierozních opatření je využití meziplodin.

Cílem práce je zpracovat literární přehled rizika vodní eroze při pěstování chmele otáčivého (*Humulus lupulus L.*). Zároveň i posoudit konkrétní pilotní území a popsat monitorované meziplodiny.

První část práce popisuje erozi půdy se zaměřením na vodní erozi, její členění, příčiny a důsledky. Dále popisuje univerzální rovnici ohroženosti půdy a protierozní opatření hlavně se zaměřením na ochranu půdy chmelnic.

Druhá část práce popisuje pilotní území v daném časovém období a výsledky měření.

Klíčová slova

Chmelnice, vodní eroze, erodovatelnost půdy.

Water erosion and soil protection in hop-gardens

Abstract

On erosion-threatened hop gardens, soil is lost due to heavy rainfall which threatens residential areas and open landscape. The consequences include increased financial costs and reduced soil fertility. One of the possible anti-erosion measures is the use of intercrops.

The main purpose of this work is to elaborate a literature review of the risk of water erosion in cultivation of hop (*Humulus lupulus L.*). At the same time to assess the specific pilot area.

The first part focuses on the description of soil erosion, focusing on water erosion. Its causes and consequences. Description of universal soil loss equation with recommendation for anti-erosion measures for soil protection in hop-gardens.

The second part describes the pilot area in the time period that was sown and monitored and description of monitored intercrops.

Key words

Hop-garden, water erosion, soil erodibility.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

BIS – Bonitační informační systém

BPEJ – Bonitovaná půdně ekologická jednotka

ČR – Česká republika

ČÚZK – Český úřad zeměměřický a katastrální

DPB – Díl půdního bloku

PB – Půdní blok

RÚIAN – Registr územní identifikace, adres a nemovitostí

USLE – Universal Soil Loss Equation

VÚMOP – Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy v. v. i.

VÚPT – Výzkumný ústav pícninářský, spol. s r. o. Troubsko

Obsah

1. Úvod.....	11
2. Cíl práce.....	12
3. Eroze půdy	13
3.1. Eroze a její členění.....	14
3.1.1. Členění eroze podle intenzity	14
3.1.2. Členění eroze podle činitele	15
4. Vodní eroze.....	17
4.1. Vznik vodní eroze.....	17
4.2. Důsledky vodní eroze	18
5. Určení ohroženosti půdy vodní erozí.....	19
5.1. Faktor R	20
5.2. Faktor K	20
5.3. Faktor L.....	20
5.4. Faktor S.....	20
5.5. Faktor C	20
5.6. Faktor P.....	21
6. Protierozní opatření.....	22
6.1. Opatření organizační.....	22
6.2. Opatření agrotechnická	23
6.3. Opatření technická	26
7. Pěstování chmele v ČR.....	29
8. Možnosti protierozních opatření na chmelnicích.....	30
9. Metodika praktické části	34
10. Pilotní území	35
10.1. Charakteristika sledovaného území.....	36
10.2. Meziplodiny.....	37

10.3. Agrotechnika zakládání	43
11. Výsledky měření	44
12. Diskuze	49
13. Závěr	51
14. Seznam literatury a použitých zdrojů	52
15. Seznam obrázků.....	58
Příloha č. 1 – Výsledky měření	59
Příloha č. 2 – Fotodokumentace.....	62

1. Úvod

„Půda patří mezi neobnovitelné přírodní zdroje a je tedy nezbytné na ní z tohoto pohledu nahlížet.“ V současnosti je půda v České republice (dále ČR) ohrožena různými formami znehodnocování, například nezemědělským využíváním, utužování ornice, acidifikací, ztrátou organické hmoty a biologické rozmanitosti, kontaminací půdy a v neposlední řadě erozí. Tyto a další faktory na sebe navzájem působí a podmiňují degradaci půdy. V důsledku očekávaných klimatických změn bude docházet k dalšímu znehodnocování půdy. (Vopravil a kol., 2010b)

S měnícím se klimatem (např. s přibývajícím intenzitou srážek) se zvyšuje potřeba hledat řešení pro erozně ohrožené chmelnice.

Eroze půdy, která způsobuje degradaci půdy, je celosvětový závažný problém pro životní prostředí i lidstvo. (Wu a kol., 2018)

„Půdní eroze je výsledkem složité interakce systému půda-rostlina-atmosférické jevy. Tudíž, modelování půdní eroze vyžaduje multidisciplinární přístup mezi pedology, agronomy, hydrology a dalšími skupinami odborníků. Řádný model musí být schopen integrovat procesy, faktory a příčiny v různých prostorových a časových měřítcích. Správně kalibrovaný model poskytuje tak dobré odhady rizik spojených s erozí půdy.“ (Hrabalíková, 2015)

2. Cíl práce

První část práce se zabývá teoretickou stránkou problematiky eroze a dále se zaměřuje konkrétně na problematiku vodní eroze na chmelnicích v ČR. Popisuje vodní erozi, její vznik a formy, ohroženost půdy vodní erozí a základy protierozní ochrany. Věnuje se popisu škod, které eroze způsobuje a možnostmi, jak jim předcházet.

Práce uvádí možnost ochrany půdy při pěstování chmele (hlavně během vegetačního období) za pomoci vhodných meziplodin v meziřadí s cílem ochránit půdu před její degradací, především vlivem vodní eroze. Popsány jsou druhy ověřovaných meziplodin a jejich vlastnosti a hodnoty účinnosti proti erozi za dané období.

Cílem praktické části je popis sledování meziplodin na pilotním území chmelnice v obci Solopysky a vyhodnocením jejich účinnosti při protierozní ochraně.

3. Eroze půdy

V rámci hospodaření s půdou je eroze půdy jedním z největších světových problémů. (Sklenička, 2003)

Pojem „eroze“ pochází z latinského slova „erodere“ a znamená „narušovat či rozhlodávat“. Slovo eroze se začalo v literatuře objevovat ve 30. a 40. letech minulého století.

Erozi se zabývá vědní obor erodologie, který zkoumá vznik, původ a prevenci. Za průkopníka erodologie je považován Hugh Hammond Bennet, který v knize Soil Conservation z roku 1939 definoval pojem eroze a specifikoval jeho význam. Erozi definuje jako ucelený průběh narušování půdy, odnos a usazování půdních součástí v důsledku erozních činitelů. (Janeček, 2008)

První projevy eroze byly pozorovány již v počátečních stádiích zemědělství, kdy docházelo k odlesňování území pro získání zemědělských ploch využívaných pro pěstování plodin a následné rozrušování půdy obděláváním. (Morgan, 2005)

Historickým příkladem eroze půdy je například oblast Mezopotámie, kde vykácení zalesněného pohoří v oblasti řeky Eufrat a Tigris vedlo k zanesení závlahových kanálů splaveninami a následnému vyschnutí na poušť. (Holý, 1978)

Nciizah a Wakindiki (2015) uvádějí, že trvalý zájem o výzkum eroze půdy je známkou jeho důležitosti i nedostatku jednoznačných řešení, která mohou zastavit její negativní dopad na životní prostředí.

Velký význam mají i organické hmoty v půdě, které jsou jedním z nejvýznamnějších faktorů kvality půdy. Pojem organická hmota se označuje soubor odumřelých organických látek rostlinného i živočišného původu. V půdě dochází k přeměně organické hmoty (mineralizaci, humifikaci – přeměna na humus a ulmifikaci – přeměna na rašelinu) za vzniku nových humusových látek. Organická hmota kladně ovlivňuje fyzikální a chemické vlastnosti půdy, je velkým faktorem pro její úrodnost v závislosti na půdních a klimatických podmínkách, a tím má příznivý vliv na výnos z pěstovaných meziplochin. Půda vhodně zásobená organickou hmotou má vyšší schopnost vyrovnat se změnám počasí. Úbytek organické hmoty v půdě je jeden z nejvýznamnějších ukazatelů degradace půdy. V případě chmelnic, pokud není půda chráněna, dochází ke smyvu půdy včetně organické hmoty mimo pozemek. Může

docházet například k eutrofizaci vodních toků nebo nádrží (obohacení o živiny, hlavně dusík a fosfor) a škodám na pozemcích. Při odnosu organické hmoty se půda stává méně úrodnou. Aplikací meziplodin lze půdu do určité míry ochránit před ztrátou organické hmoty erozí. (Kincl a kol., 2018a)

Základem kontroly eroze je důkladné zhodnocení všech faktorů ovlivňujících erozi půdy. (Yao a kol., 2016)

Indexy (ukazatele) kvality půdy založené na charakteristikách půdy lze použít k posouzení udržitelnosti půdy a pomoci při rozhodování o hospodaření s půdou. (Singh a kol., 2012)

Různé metodiky a pozorování často poskytnou rozdílné výsledky a je potřeba taková data zhodnotit za pomoci invence a znalosti, aby bylo možno vybrat nejvhodnější metodiku k zjištění cíle a získání užitečných informací potřebných pro výzkum vodní eroze. Neexistuje standardní postup, jak posuzovat a vyhodnocovat jejich spolehlivost a reprodukovatelnost, jelikož metody měření eroze se liší dle rozsahu, času a ceny. (Vopravil, 2006)

3.1. Eroze a její členění

Holý (1978) dělí proces eroze na tři fáze:

- v 1. fázi dochází k uvolňování částic z půdní hmoty
- ve 2. fázi jsou následně částice transportovány za působení sil konkrétního činitele
- ve 3. fázi jsou půdní částice ukládány v důsledku ztráty energie unášecích sil

3.1.1. Členění eroze podle intenzity

Bennett (1939) rozlišuje dva základní typy eroze:

- **normální** (přirozená či geologická)
- **zrychlená**, která je způsobena špatným hospodařením na zemědělských půdách

Normální eroze je z lidského pohledu prakticky nepozorovatelný proces přetvářející reliéf území v souladu s půdotvornými procesy, probíhá přirozeně a neustále. (Novotný a kol., 2017)

Zrychlená eroze ohrožuje a způsobuje škody především v zemědělství, lesnictví a vodním hospodářství. Hlavními činiteli, kteří podporují zrychlenou erozi, jsou délka, sklon a expozice svahu, klimatické, meteorologické, hydrologické, geologické, vegetační a půdní poměry, odlesnění a hospodaření s krajinou. (Slavík, 2000)

Příčiny vzniku zrychlené eroze jsou přehlížení existujících nevyhovujících podmínek, používání nevhodných plodin a postupů osetí, mýcení lesů a pálení. Dochází k odstranění přírodního pokryvu a půda je pak náchylná k vodní a větrné erozi. V případě vodní eroze dochází postupem času k vyplavení organického materiálu a vytvoření rýh a výmolů. (Cáblík a Jůva, 1963)

3.1.2. Členění eroze podle činitele

Větrná eroze

Dynamický proces, kdy dochází k oddělování a přemísťování půdních částic silami větru současně s působením řady faktorů (rychlost větru, srážky, struktura, textura a vlhkost půdy, drsnost povrchu, zemědělské aktivity, vegetační pokryv a velikost pozemku). Nastává při překročení hraničního prahu odolnosti půdy vůči erozi. Větrná eroze postihuje cca třetinu půd v celosvětovém měřítku. (Khel a kol., 2017)

Ledovcová eroze

Posun ledovců z hor do údolí vlastní tíhou způsobuje přenos horninových zvětralin. Aktivita ledovců je ovlivněna klimatem, spádem krajiny a tvarem ledovce. (Cáblík a Jůva, 1963)

Sněhová eroze

Na rozdíl od dešťových srážek jsou sněhové srážky kineticky bezvýznamné. Největší škody přichází ale v okamžiku přeměny sněhových srážek na vodní skupenství. V zimních měsících je povrch málo pokryt vegetací a tím narůstá náchylnost k poškození erozí. (Zachar, 1970)

Zemní eroze

Zemní eroze je označována jako činnost suťových proudů. Proudění časem rozrušují půdní povrch a dochází k vytváření rýh, které negativně ovlivňují údolní polohy, komunikace a technické stavby. (Holý, 1994)

Antropogenní eroze

Velký vliv má samozřejmě lidská činnost. A to přímo nebo nepřímo. Mezi přímé zásahy patří například stěhování populace do měst (urbanizace) a vývoj zemědělství. Do nepřímých zásahů lze zařadit ničení přirozené vegetace a její nahrazení vegetací s nižšími protierozními účinky, poškozování půdy používáním hnojiv a nešetrných metod hospodaření. (Holý, 1994)

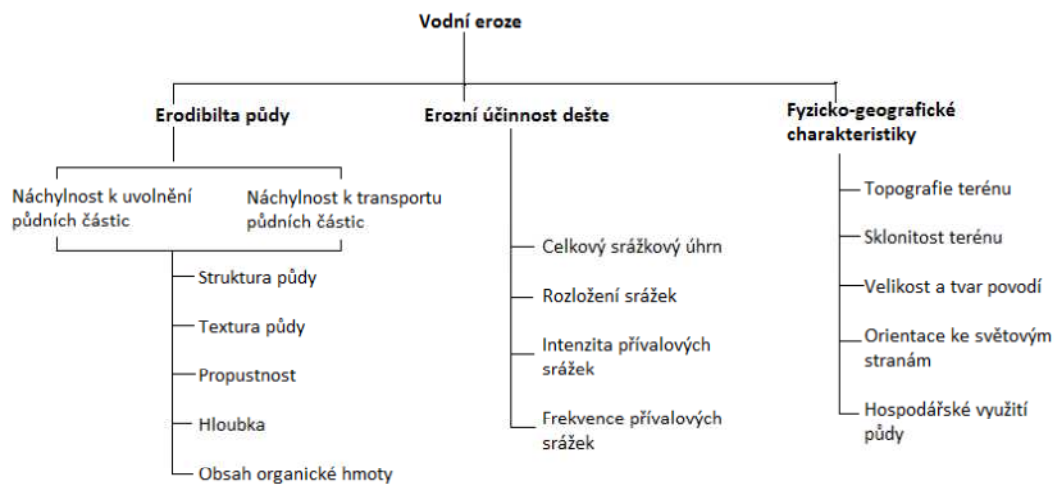
4. Vodní eroze

„Vodní eroze je definovaná jako komplexní proces, zahrnující rozrušování půdního povrchu, transport a sedimentaci uvolněných půdních částic působením vody. Samotný proces eroze půdy je procesem přírodním, který nelze zcela zastavit.“ (Novotný a kol., 2017)

Tato eroze je ovlivňována faktory přírodními a antropogenními. Jedná se o faktory klimatické a hydrologické, morfologické, geologické a půdní, a ochranu vegetačním pokryvem. Působí vždy kombinovaně a určují intenzitu, vznik a průběh eroze. (Kozlák a kol., 1961; Vopravil a kol., 2010b)

Přehled hlavních faktorů vodní eroze jak je uvádí Zhang a kol. (1996) jsou zobrazeny v obrázku č. 1.

Obrázek č. 1: Hlavní faktory podmiňující erozi půdy (Zhang a kol., 1996)



4.1. Vznik vodní eroze

Vodní eroze vzniká při dopadu dešťových kapek na povrch. V ideálním případě půda dokáže množství srážek pohltnout, pak je stabilita vyrovnána. Pokud by půda nebyla schopna množství dopadajících srážek zachytit (povrchová retence i infiltrace), bude narušována a transportována povrchovým odtokem. Je podstatné udržet stabilitu mezi půdou a vodou. (Boardman a Poesen, 2006)

Zachar (1970) uvádí, že formy vodní eroze lze rozdělit podle výskytu na povrchovou (plošná, výmolová a proudová) a podpovrchovou (vnitropůdní a tunelová).

4.2. Důsledky vodní eroze

Zrychlenou vodní erozí je půda zbavována jejích nejkvalitnější částí odnosem půdy. Eroze ničí plodiny, snižuje fyzikální a chemickou kvalitu půdy a zbavuje půdu obsahu živin. Dochází ke kontaminaci vodních zdrojů půdními částicemi, zanášení nádrží a snižování průtoku vody v korytech. (Janeček a kol., 2007)

Pokud nejsou dodrženy požadavky na ochranu půdy pro daný díl půdního bloku (dále jen DPB), může dojít k poškození půdy erozí. Dojde-li k překročení přípustných hodnot v intervalu dvou zjišťování a zároveň ke zhoršení sledovaných vlastností půdy (změna struktury, výmoly a další projevy eroze), označuje se tento stav jako poškození půdy erozí. (Novotný a kol., 2017)

Hlavní důsledky vodní eroze lze rozdělit do několika skupin (Novotný a kol., 2017):

- ohrožení udržitelnosti úrodnosti
- ovlivnění parametrů kvantity u vodních zdrojů (zanášení koryt vodních toků a nádrží)
- ovlivnění kvality vodních zdrojů
 - znečištění fyzikální – zákal vody
 - znečištění chemické – přenos chemických látek do hydrografické sítě
- ohrožení zastavěných ploch měst a obcí, komunikací a infrastruktury povrchového odtoku (škody způsobené povrchovým odtokem a transportem splavenin ze zemědělských oblastí)

5. Určení ohroženosti půdy vodní erozí

Ohroženost půdy vodní erozí je popisována jako erodovatelnost půdy podle Universal Soil Loss Equation (dále jen USLE), která může být ovlivněna změnou využití půdy. (Jeloudar a kol., 2018)

„Za ohrožení půdy vodní erozí se považuje stav, kdy způsob hospodaření na dílu půdního bloku nebo erozní parcele a přijatá protierozní opatření nesplňují požadavky na ochranu vypočtenou pro daný díl půdního bloku nebo erozní parcelu.“ (Novotný a kol., 2017)

Pro určení souhrnu působení faktorů v ČR, které ovlivňují vodní erozi způsobenou přívalovými dešti na zemědělských pozemcích, se využívá právě USLE. Tato matematická rovnice byla vypracována ve Spojených státech amerických a popsána W. Wischmeierem. (Janeček, 2008)

Erodibilita půdy zaměstnává výzkumníky po celá desetiletí. Problémy vznikají při iniciaci pohybu, stavu pórové vody, fyzikálních a pravděpodobně i biologicko-materiálních vlastnostech a typu použité energie (srážky, odtoky, mrznutí, tání, vítr atd.). (Liu a kol., 2017)

Největší překážkou k vypracování modelů eroze půdy ve velkých měřítcích je nedostatek údajů o půdních charakteristikách. Jedním z klíčových parametrů pro modelování eroze půdy je erodovatelnost půdy, vyjádřená jako faktor K v široce používaném modelu eroze půdy. K-faktor, který vyjadřuje náchylnost půdy k erodování, souvisí s vlastnostmi půdy, jako je obsah organické hmoty, struktura půdy a propustnost. (Panagos a kol., 2014)

Zhang a kol. (2017) upozorňuje na nedostatek údajů o účincích přirozené sukcese na aktivitu půdních mikrobů a jejich vzájemné působení s erodovatelností půdy.

Rovnice USLE se zakládá na principu přípustné ztráty půdy na daném pozemku s definovanými parametry z rozměrů standardních odtokových ploch (22,13 m se sklonem 9 %), jehož povrch je po jednotlivých přívalových deštích mechanicky udržován ve směru sklonu svahu (jako úhor). Ztráta půdy je vypočtena pomocí šesti faktorů [$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$], kde hodnota G zastupuje průměrnou dlouhodobou ztrátu půdy [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$] (nejčastěji 4t/ha/rok). Výsledek dovoluje trvale

i ekonomicky udržovat dostatečnou úroveň úrodnosti. (Janeček a kol., 2007; Janeček a kol., 2012)

5.1. Faktor R

Faktor erozní účinnosti přívalového deště (erozivita) zahrnuje kinetickou energii deště, jeho intenzitu, četnost a úhrny výskytu za rok. Započítávají se úhrny vyšší než 12,5 mm, kdy musí spadnout více jak 6,25 mm za 15 minut a přívalové deště musí mít časový rozestup více jak 6 hodin. (Janeček a kol., 2012)

5.2. Faktor K

Faktor erodovatelnosti půdy. Tento faktor vyjadřuje náchylnost k erozi. Ke stanovení K faktoru jsou důležité fyzikální znalosti půdy. Například zrnitostní třída ornice, obsah organických látek, třída propustnosti a struktura. Tyto faktory se dají zjistit pomocí bonitované půdně ekologické jednotky (dále jen BPEJ). (Janeček, 2008)

5.3. Faktor L

Faktor délky svahu. Jde o význam nepřerušené délky svahu, kdy intenzita eroze roste s rostoucí délkou svahu. L faktor se stanovuje jako horizontální vzdálenost od místa vzniku povrchového odtoku k bodu, kde dochází k hromadění erodovaného materiálu nebo k bodu odtokové dráhy. (Janeček a kol., 2007)

5.4. Faktor S

Faktor sklonu svahu. Vyjadřuje poměr ztráty půdy z pozemku se sklonem 9 %. S rostoucím sklonem se výrazně zvyšuje intenzita ztráty půdy, tím je význam tohoto faktoru důležitější než délka svahu. (Janeček a kol., 2007)

5.5. Faktor C

Faktor ochranného vlivu vegetace závisí na pokryvnosti a hustotě porostu, má vlastnost přímé ochrany půdy proti působení deště a snižuje rychlost povrchového odtoku. (Janeček, 2008)

Hodnoty faktoru C se stanovují pro jednotlivé plodiny v jednotlivých pěstebních (klimatických) obdobích. (Wischmeier a Smith, 1978; Janeček a kol., 2007):

- období podmítky a hrubé brázdy
- období od přípravy pozemku na setí do jednoho měsíce po zasetí nebo sázení
- období od druhého měsíce do jarního nebo letního setí nebo sázení
- období od jarního či letního setí nebo sázení po sklizeň
- období strniště

5.6. Faktor P

Faktor účinnosti protierozních opatření. Tento faktor závisí na zvolených protierozních opatřeních využitých na daném stanovišti a hodnotách přívalových dešťů. Vyjadřuje poměr odnosu z pozemku s použitím protierozního opatření oproti pozemku udržovaného bez využití ochranných opatření. Pokud tedy nejsou použita žádná opatření $P = 1$, v případě uplatnění opatření $P < 1$. (Janeček a kol., 2012)

6. Protierozní opatření

O použití jednotlivých protierozních opatření včetně vhodné kombinace rozhoduje jejich účinnost, snížení smyvu půdy a ochrana objektů na jednotlivých pozemcích. Současně je nutné brát v potaz zájmy vlastníků nebo uživatelů půdy, ochranu životního prostředí a tvorbu krajiny. Ve většině případů se jedná o komplex vzájemně se doplňujících organizačních, agrotechnických a technických opatření s ohledem na požadavky a možnosti zemědělské výroby. Hlavním účelem je ochránit půdu před účinky dopadajících kapek deště, podpořit vsak do půdy, zlepšovat její soudržnost, omezit unášecí sílu vody, odvádět povrchový odtok a zachytit smytou zeminu. Takto soustředěný odtok je nutné bezpečným způsobem svést do místa, kde již nemůže napáchat škody na půdě a odchytit tokem smytou zeminu. Z ekonomického pohledu je při návrhu opatření důležité postupovat od realizačně snazších agrotechnických a organizačních opatření k opatřením technickým. (Janeček, 2008; Novotný a kol., 2017)

Návrh protierozní ochrany vychází z průzkumu na základě posouzení hydrologických poměrů daného území a stanovení jeho erozní ohroženosti pro zvolení vhodného systému protierozní ochrany a návrh jeho prvků. Zároveň se vytváří předpoklady pro soulad daných opatření s pozemkovými úpravami, vodohospodářskými a ekologickými zásahy a zájmy v krajině. Pro výzkum a návrh vhodných opatření je důležitý průzkum terénu, kdy se ověřují hydrologické poměry, organizace a využití půdního fondu, způsob hospodaření na pozemku a také právní a územní vztahy (hranice pozemků, komunikace, vodní toky atd.). Postup při návrhu ochrany před vodní erozí zahrnuje vyhodnocení ohroženosti, návrh opatření a posouzení jeho účinnosti. Návrh i uplatnění opatření v praxi by se měly zakládat na odborně zpracovaných projektech pozemkových úprav. (Janeček, 2008)

6.1. Opatření organizační

Organizační opatření zahrnují (Novotný a kol., 2017):

- vhodný tvar a velikost pozemku či erozní parcely
- vhodné rozmístění pěstovaných plodin a zatravnění
- pásové střídání plodin

Vhodný tvar a velikost pozemku či erozní parcely

Optimální tvar a velikost pozemku, půdního bloku (dále jen PB) či DPB. Základem je situování PB/DPB ve směru vrstevnic, a to delší stranou. Důležité je, aby tato délka PB/DPB ve směru odtoku (odtokových linií) nepřekračovala maximální přípustnou délku vypočtenou např. USLE. (Janeček, 2008; Janeček a kol., 2012; Vopravil a kol., 2013; Novotný a kol., 2017)

Vhodné rozmístění pěstovaných plodin a zatravnění

Na pěstování erozně nebezpečných plodin se upřednostňují erozně neohrožené PB/DPB. Pro vhodné umístění plodin lze využít podklady z Protierozní kalkulačky (<https://kalkulacka.vumop.cz>). U silně erozně ohrožených ploch nevhodných k využití jako ornou půdu je vhodné ochranné zatravnění s pravidelným sečením. Tím se zvyšuje drsnost povrchu pro účinnější zachycení erodované půdy, jedná se například o břehy vodních toků a nádrží a dráhy soustředěného povrchového odtoku. (Janeček, 2008; Janeček a kol., 2012; Novotný a kol., 2017)

Pásové střídání plodin

Střídání do různě širokých pásů erozně nebezpečných plodin (např. kukuřice, brambory, slunečnice) a plodin s vyšším protierozním účinkem (obilniny, píce, píce, případně i travní porost). Pásky by měly vést ve směru vrstevnic s maximálním odklonem do 30°. (Janeček a kol., 2012; Novotný a kol., 2017)

6.2. Opatření agrotechnická

Agrotechnická opatření zahrnují (Novotný a kol., 2017):

- orba po vrstevnicích
- setí kukuřice do úzkého řádku
- ochranné obdělávání
- plečkování, dlátování a podryvání
- hrázkování a důlkování
- pásové zpracování půdy

Protierozní opatření agrotechnického charakteru zvyšují vsakovací schopnost půdy, snižují erodovatelnost a chrání půdu v období zvýšeného výskytu přívalových srážek, a kdy erozně nebezpečné plodiny nedostatečně kryjí půdu. (Novotný a kol., 2017)

Orba po vrstevnicích

K ochraně půdy lze významným způsobem přispět orbou po vrstevnicích nebo s odklonem od vrstevnic do 30 ° za pomoci otočných pluhů. Překlápění půdy proti svahu může výrazně omezit erozi orbou. Při vrstevnicovém obdělávání se používají mechanizační prostředky uzpůsobené pro práci na svahu. (Novotný a kol., 2017)

Setí kukuřice do úzkého řádku

Jde o novou technologii, při které je výsevní vzdálenost řádku kukuřice maximálně na 45 cm, čímž se zajistí rovnoměrnější zapojení porostu a tím i zvýšení ochrany půdy proti erozi. (Novotný a kol., 2017)

Ochranné obdělávání

Technologie ochranného zpracování půd (bezorebné setí, setí do mulče, setí do mělké podmítky, setí do ochranné plodiny, setí s podplodinou) je považována za velmi účinné protierozní opatření, při kterém je využíváno místo orby mělké kypření půdy, hlubší prokypření ornice či části podorničí bez obracení zpracované vrstvy půdy a uchování posklizňových zbytků z předplodin. Vytváří se tak pokryv mulčem. (Hůla a kol., 2003; Janeček, 2008; Novotný a kol., 2017)

Plečkování

V průběhu vegetace se provádí u širokořádkových kultur (např. slunečnice, cukrovka, brambory), kdy dochází k rozrušení půdního škraloupu (povrchová krusta půdy omezující průsak vody), zapravení hnojiva do půdy a odplevelování mechanickou cestou. Zároveň nakypřená vrstva půdy v meziřadí omezuje zrychlený odtok povrchové vody. (Janeček, 2008; Novotný a kol., 2017)

Dlátování neboli hloubkové kypření

Využívána zejména u cukrové řepy. Touto metodou se docílí vyššího efektu zasakování povrchové vody než u plečkování a zároveň dochází k nižšímu stupni zhutnění půd. Velmi hluboké kypření minimálně do 35 cm se nazývá podrývání. Takto technologie zlepšuje infiltrační schopnost půdy a tím snižuje náchylnost k vodní erozi. (Janeček, 2008; Novotný a kol., 2017)

Technologie hrázkování

Používá se při pěstování brambor, kdy se zakládají ochranné hráčky mezi hrůbky, tím vznikne řada malých akumulčních příkopů (přehrážek), které zabraňují povrchovému odtoku a podporují zadržení vody na pozemku. (Janeček, 2008; Novotný a kol., 2017)

Technologie důlkování

Aplikuje se jako hrázkování u brambor, kde jsou místo hráček vytvářeny důlky v meziřadí ve vzdálenosti 30 – 40 cm. Důlky pak omezují povrchový odtok a zvyšují infiltraci vody. (Novotný a kol., 2017)

Pásové zpracování půdy

U pásového zpracování je ztráta půdy vodní erozí omezena díky střídání plodin erozně nebezpečných s plodinami s protierozním účinkem (strip-tillage). Je založena na zpracování půdy v úzkých páscích v šířce 20 – 40 cm (závisí na sklonu a délce pozemku), do kterých je následně seta erozně nebezpečná plodina (např. kukuřice). V meziřadí pásků se nachází obvykle předplodina např. strniště obiloviny či meziplodina (např. svazenka, hořčice apod.). (Janeček a kol., 2012; Novotný a kol., 2017)

6.3. Opatření technická

Technická opatření se navrhují jako doplnění organizačních a agrotechnických po vyčerpání dalších možností. Slouží k ochraně intravilánu před povrchovým odtokem a smytou zeminou. Je vhodné ochranu půdy řešit komplexně v rámci pozemkových úprav. (Novotný a kol., 2017)

Technická opatření zahrnují (Novotný a kol., 2017):

- zatravněné údolnice se soustředěnou a stabilizovanou dráhou odtoku
- polní cesty s protierozní funkcí
- protierozní meze
- příkopy a průlehy
- ochranné hrázky a nádrže
- terénní urovnávky a terasy
- odstranění erozních výmolů a strží

Zatravněné údolnice se soustředěnou a stabilizovanou dráhou odtoku

Na zatravněných údolnicích se stabilizovanou dráhou soustředěného odtoku dochází k soustředování odtékající vody z přilehlých pozemků, nebo mohou být vyústěním pro příkopy či průlehy. (Novotný a kol., 2017)

Polní cesty s protierozní funkcí

Jedná se v podstatě o místní komunikace, které bývají vedeny ve směru vrstevnic s umístěním do prostoru, kde je potřeba přerušit příliš dlouhý erozně ohrožený svah. Na straně proti svahu jsou doplněny cestním příkopem pro odvádění nebo zachycení odtoku z výše ležícího pozemku. (Novotný a kol., 2017)

Protierozní meze

Dělí se na meze historické, které v krajině vznikaly na hranicích dvou pozemků tvořených za pomoci ukládání kamenů (snižovaly podélný sklon svahu) a současné, které jsou navrhované primárně za účelem protierozní ochrany. U nově

navrhovaných protierozních mezí je důraz kladen na spojení funkcí zachycení a odvodu povrchového odtoku s funkcí krajinyotvornou. (Janeček, 2008; Janeček a kol., 2012; Novotný a kol., 2017)

Protierozní příkopy

Jsou liniové prvky, umístěny na pozemku v místě nutného přerušení svahu. Mohou být kombinovány s dalšími liniovými prvky v krajině (např. meze, cesty, biokoridory). (Janeček, 2008; Janeček a kol., 2012; Novotný a kol., 2017)

Průlehy

Velmi se podobají příkopům, ale jsou mělké a sklony jejich svahů by neměly být větší než 1:5. V případě mírných sklonů svahů a podélného sklonu např. 1:10 je lze běžně obdělávat. (Janeček, 2008; Janeček a kol., 2012; Novotný a kol., 2017)

Ochranné hrázky

Budují se na pozemcích ve směru vrstevnic nebo na úpatí svahů k ochraně objektů před zatopením povrchovou vodou z přívalových srážek a zanesením erozními smyvy. Musí být vybaveny vypouštěcím zařízením s ochranou mřížkou pro odtok relativně čisté vody po usazení půdních částic. (Janeček, 2008; Janeček a kol., 2012; Novotný a kol., 2017)

Protierozní nádrže

Budují se pro ochranu intravilánu a infrastruktury v komplexním systému protierozní a protipovodňové ochrany v rámci nákladnějších povrchových úprav. Nejčastěji bez trvalého držení vody, tzv. suché. Podle normy na malé vodní nádrže jsou dimenzovány na odtok ze srážek, a to s opakováním na 20 až 50 let, někdy i 100 let. (Janeček, 2008; Janeček a kol., 2012; Novotný a kol., 2017)

Terénní urovnávky

Provádějí se přesunem zeminy v rámci pozemku nebo využitím navážek. Ovlivňují tak lokální nerovnosti terénu a tím i směr povrchového odtoku. (Novotný a kol., 2017)

Terasy

Terasy se považují za nejvyšší formu ochrany pozemků, které jsou vhodné pro velmi svažité a ohrožené plochy (se sklonem nad 20 %). Dle konstrukce pozemku se dělí na úzké, široké a terasové. Dle stabilizace pozemku na terasy technicky stabilizované nebo zemní a stabilizované pouze vegetací. (Janeček, 2008; Janeček a kol., 2012; Novotný a kol., 2017)

7. Pěstování chmele v ČR

České chmelnice mají u nás i ve světě výsadní postavení. V ČR se nachází tři hlavní oblasti. Úštěcká, která je typická nivními a lužními půdami (v západní části se vyskytují oblasti s černozemí). Žatecká, která je typická hnědozemí (vyskytují se i černozemně a fluvizemě) a Tršická s černozemí (s výskytem hnědozemně i nivní a lužní půdy). V současnosti se při pěstování chmele otáčivého (*Humulus lupulus L.*) z čeledi konopovitých (*cannabaceae*) neprovádí žádná systematická ochrana proti erozi půdy. Každým rokem tak dochází na erozí ohrožených pozemcích chmelnic díky silným dešťům ke ztrátám půdy společně s živinami, což vede k následnému snižování úrodnosti. Odnesená půda může zanášet komunikace a poškozovat majetek. Možností, jak tento dlouhodobě neudržitelný stav změnit, je zavést příslušná opatření. (Štranc a kol., 2013; Kincl a kol., 2018a)

Vhodné zpracování půdy ve chmelařství umožňuje a usnadňuje výsadbu chmele a také reguluje vodní a vzdušný režim půdy (teplo, živiny a biologická aktivita). (Štranc a kol., 2008)

Současný systém pěstování chmele v tradiční konstrukci je pracovně a finančně náročný. Pro zlepšení aktuálního stavu a dosažení optimální produkce chmele (produktivity práce, zvýšení výnosů hlávek s obsahem hořkých látek a udržení stabilní produkce) je nutné uplatňovat nové a racionálnější postupy pěstování chmele a opatření. Nezbytné je vycházet z nových poznatků studie biologie chmelové rostliny, nároků chmele na prostředí a variabilitu pěstebního prostředí. Pokud se hovoří o agrotechnice chmele v rámci integrované produkce, jedná se o zpracování půdy dle zaběhlých technologických postupů s důrazem na ozelenění chmelnic, na důležitost organického hnojení, na uváženou aplikaci pomocných půdních látek a rostlinných přípravků, na přihnojování během vegetace a na využití závlah. Bylinná vegetace má mnoho funkcí (Krofta a kol., 2012):

- kultivace chmele
- lepší fyziologické kondice chmelových rostlin
- udržování povrchu je energeticky méně náročné než celoplošná kultivace povrchu včetně náročnosti pojezdů (oproti černému úhoru) i brzy po dešti
- druhově bohatá kvetoucí bylinná vegetace důležitá pro biodiverzitu

8. Možnosti protierozních opatření na chmelnicích

V případě podcenění významu vodní eroze na takto ohrožených pozemcích chmelnic, nevyužití protierozních opatření či využití nevhodných protierozních opatření, může docházet k splavení půdy mimo pozemek (až několik centimetrů půdy), zanesení a kontaminace vodních toků, znečištění komunikací a poškození majetku nebo pozemku. Výskyt erozně nebezpečných dešťů je v ČR těžko předvídatelný, ale podle statistik poskytnutých Českým hydrometeorologickým ústavem je největší pravděpodobnost výskytu v období mezi květnem a srpnem. Vodní eroze nejvíce ohrožuje pozemky svažité. Zde dochází v horních částech k méně patrné plošné erozi, ve středních a spodních částech přechází k více patrné a závažné rýhové nebo výmolové erozi. V ČR je nejvíce ohrožena Žatecká chmelařská oblast. (Kincl a kol., 2018a)

Pro snížení eroze se doporučuje nové chmelnice nezakládat na erozně ohrožených částech svahu nebo zakládat rovnoběžně s vrstevnicemi. Zvýšit přísun organické hmoty do půdy hnojením, meziplodinami a posklizňovými zbytky tak, aby se navýšila tvorba humusu. Upřednostňovat zelené hnojení. Dobrých výsledků se dosahuje při zasetí ozimé řepky či ozimého žita do meziřadí chmele. Při pěstování chmele za využití agrotechnických opatření je půda nejvíce ohrožena v raném stádiu růstu (po zavedení rostlinek) díky nedostatečnému vzrůstu a tím neschopnosti ochránit půdu proti působení dešťových kapek. (Janeček, 2008)

„Jednou z možností, jak omezit odnos půdy z erozně ohrožených pozemků chmelnic, se ukazuje využití vhodně zvolených meziplodin v meziřadí.“ K využití meziplodin je nutné včasné zpracování půdy pro setí včetně přiorávky 12 – 15 cm v následujících měsících. Půda by neměla být suchá (či přeschlá), vhodná je půda kyprá a vlhá. Musí se dbát na vzdálenost od podzemních orgánů, aby nedošlo k jejich poškození. Chmel má schopnost regenerace v podzimním období, proto se doporučuje zpracování půdy ve větší hloubce než v letních nebo jarních měsících. Pokud nastane nadměrné zaplevelení podsevů, je vhodné porosty zmulčovat za využití vhodné techniky a zanechat v prostoru meziřadí. Vzniká tak na povrchu ochranná vrstva, která chrání před vznikem vodní eroze. Problematickou oblastí jsou kolejové stopy, kde díky častým pojezdům techniky dochází snadno k poškození porostu meziplodin. (Kincl a kol., 2018a)

Podstatný je i přísun organické hmoty (chlévský hnůj, posklizňové zbytky pro tvorbu humusu a meziplodin). Chmel vyžaduje intenzivní obdělávání. Díky častým pojezdům vzniká zhutnění půdy mezi řadami, omezuje se schopnost vsaku vody a dochází snadněji k odtoku povrchové vody, která smývá půdu. K povrchovému odtoku bez možnosti prosáknutí do utužené vrstvy a smyvu nakypřené svrchní půdy může docházet při častém mělkém kypření. Nezbytné je v takovém případě omezit zpracovávání půdy na podzim včetně hloubkového kypření, naopak prospívá využití zeleného hnojení. Dobrých výsledků se dosáhlo za využití zasetí ozimé řepky či ozimého žita do prostoru meziřadí. (Janeček, 2008)

Kincl a kol. (2018a) uvádí hlavní výhody využití meziplodin v meziřadí:

- eliminace erozních procesů díky využití rostlinného pokryvu meziřadí
- zachování vláh v půdě a omezení povrchového odtoku
- přínos organické hmoty do půdy
- zlepšování fyzikálních a chemických vlastností půdy (zrnitost, struktura, obsah humusu apod.)
- zvýšení biodiverzity krajiny a posílení ekologické stability
- zpracování půdy je méně energeticky náročné v důsledku zlepšení fyzikálně chemických vlastností (v závislosti na druhu půdy)
- dřívější zpřístupnění vjezdu do chmelnic po dešti
- příznivé ovlivnění mikroklimatu, kdy díky zvýšení fotosyntetické aktivity chmelu dochází pozitivnímu zvýšení hmotnosti sklizených hlávek a obsahu hořkých kyselin

Průběh základních agrotechnických operací za využití meziplodin v meziřadí (Kincl a kol., 2018a):

Podzimní kultivace chmelnic:

- mělké kypření (cca do 15 cm) je vhodné pro formování podzemních částí rostlin a regeneraci kořenových systémů chmele
- hloubkové kypření (alespoň do hloubky 40 – 50 cm) usnadňuje vsakování srážkové vody, zlepšuje fyzikální vlastnosti půdy díky zvýšení pórovitosti a provzdušnění
- vláčení odstraňuje zbytky rostlin po sklizních, mělce prokypří a urovná povrch půdy
- orba je základem zpracování půdy na chmelnicích, každý rok se provádí do hloubky cca 18 – 25 cm pro zlepšení fyzikálních vlastností půdy, zapracování organických a minerálních hnojiv a usnadňuje následné úkony

Jarní kultivace chmelnic:

- na jaře se chmelnice uvláčí, tím se vyčistí od vytrvalých plevelů
- mechanický řez chmele se provádí třemi způsoby co nejrychleji po odorání chmele, jedná se o řez normální, hladký (u bujnějšího vzrůstu silných rostlin) a řez s nadsazením u mladých či zesláblých rostlin
- setí meziplodin v meziřadí chmelnic pomocí secího stroje

Letní kultivace chmelnic

- přiorávka zpravidla v druhé polovině května pro vytvoření příznivého prostředí pro správný vzrůst nadzemní části rostliny
- sklizeň chmele se provádí v době technické zralosti hlávek (jsou uzavřené s vysokým podílem hořkých látek), nejprve se chmelové rostliny odstříhnou ve výšce 100 – 130 cm nad zemí ručně či za pomoci strhávače a k očesání chmele musí dojít co nejrychleji, aby nezvadl
- mulčování meziplodin po sklizni, kdy je většina rostlin na konci vegetačního období a je potřeba meziplodiny zmulčovat a zapravit do půdy (půda je tak chráněna před vodní erozí a obohacena organickou hmotou)

Výživa a hnojení

- po provedení agrotechnických rozborů se stanoví vhodná dávka hnojiva
- na hnojení půdy v období vegetačního klidu se používají hnojiva organická, vápenatá, fosforečná, draselná hořečnatá nebo jejich kombinace jedenkrát za tři roky v podzimním období (jako možnost náhrady se využívají meziplodiny v meziřadí, tzv. zelené hnojení)
- v průběhu vegetace lze využívat pomocné přípravky v závislosti na rozhodnutí pěstitelů

„Integrovaná rostlinná produkce je jedním ze zemědělských systémů představující moderní způsob hospodaření na půdě. Dává přednost ekologicky přijatelným metodám pěstování a ochrany rostlin, minimalizuje nutné vstupy agrochemikálií s možnými vedlejšími účinky.“ Pro chmel lze formulovat základní opatření, na kterých integrovaná produkce zakládá, pro získání zdravotně nezávadného produktu s ohledem na vysokou produktivitu (Krofta a kol., 2012):

- správný výběr vhodné odrůdy chmele s přihlédnutím k lokalitě a mikroklimatickým podmínkám
- preference organického hnojení na základě rozboru půdy, přihnojování chmelových rostlin při vegetaci dle rozborů listové analýzy
- prevence škůdců a rozšíření zplevelení za pomoci aplikace zeleného hnojení a sledování výskytu škodlivých organismů
- omezení chemických prostředků v ochraně chmele s výběrem přípravků s co nejmenším vedlejším nežádoucím účinkem na životní prostředí
- využití pesticidů pouze v nutném rozsahu
- využití antirezistentních strategií pro ochranu chmele a ověření účinnosti ochranných zásahů

9. Metodika praktické části

Metodika praktické části představuje pilotní území, charakteristiku sledované oblasti, agrotechniku zakládání, klimatické podmínky a charakteristiku osetých meziplodin včetně vyhodnocení výsledků měření.

Popisuje zhodnocení účinnosti vybraných meziplodin na daném území a jejich sledování v období od 21. dubna 2019 do 6. října 2019. Kontrolně bylo území zdokumentováno ještě v 16. listopadu 2019. V průběhu tohoto období byla měsíčně sledována pokryvnost, zaplevelení, známky vodní eroze a biodiverzita. Dále bylo měsíčně odebráno 5 – 10 vzorků jednotlivých meziplodin včetně kořenového systému na měření výšky a vážení. Výsledky byly pro účely této práce zprůměrovány (tabulka č. 1 – 6).

Fotografie v příloze č. 2 byly pořízeny autorem v období duben až listopad 2019 na chmelnici v obci Solopysky.

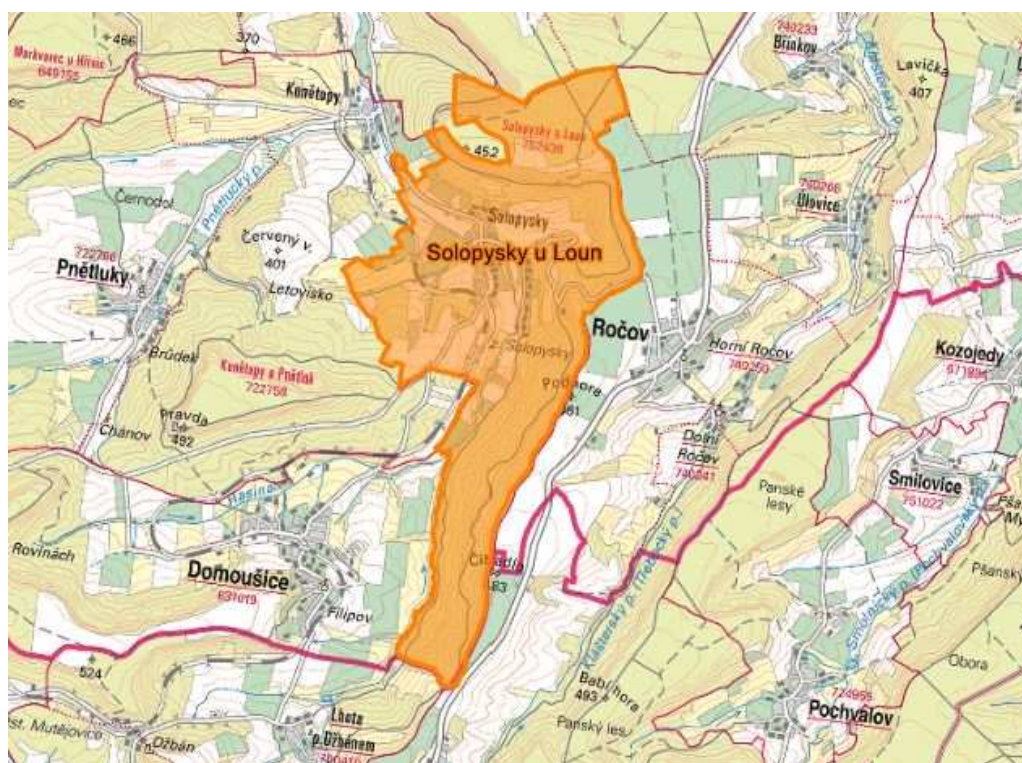
10. Pilotní území

Zvolené pilotní území se nachází v obci Solopysky (obrázek č. 2), které katastrálně náleží k okresu Louny v Ústeckém kraji. Tato oblast od 19. století slouží jako chmelařská oblast, kdy se postupem času navyšovala výměra chmelnic.

Pilotní území se nachází v údolí potoka Hasiny, kde leží nejnižší místo oblasti s nadmořskou výškou cca 300 m. Nejvyšším místem v okolí je vrch Pravda s nadmořskou výškou 484 m. Územím prochází železniční trať Most – Rakovník. V nedaleké obci Ročov je meteorologická stanice, která poskytla data ze sledované lokality. (Kincl a kol., 2018a)

V obci Solopysky se nachází 128 parcel chmelnic o celkové výměře 52,96 ha. Sledované území s parcelním číslem 219/1 dle katastrálního úřadu se nachází v soukromém vlastnictví. (ČÚZK, 2019)

Obrázek č. 2: Obec Solopysky (RÚIAN – ČÚZK, upraveno autorem, 2019)



10.1. Charakteristika sledovaného území

Půda sledovaného území dle vyhlášky o stanovení tříd ochrany č. 48/2011 Sb. spadá do I. třídy ochrany zemědělského půdního fondu (BPEJ 4.11.10). Půda je zde hluboká v mírně teplém, suchém klimatickém regionu, se sklonitostí 3 – 7 °. Jedná se o hnědozem na mírném svahu se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 10 %. Půda je ohrožena acidifikací a utužením. (VÚMOP, 2019)

Hnědozem je zemědělsky velmi hodnotná půda, vyskytuje se v nižším stupni pahorkatin či okrajových částech nížin. Agronomicky se blíží černozemi, ale není tolik náchylná k vysychání. Tyto půdy jsou často ohroženy vodní erozí. (Vopravil a kol., 2010a)

Bonitace zemědělského půdního fondu byla prováděna na základě usnesení vlády č. 101 z 12. 5. 1971 s cílem vyhodnotit absolutní i relativní produkční schopnosti zemědělských půd. V současné době má podobu bonitačního informačního systému (BIS), který tvoří původní pracovní mapy s ručně zakreslenými liniemi, kódy BPEJ a údaje z Komplexního průzkumu půd. BPEJ je vyjádřeno číselným kódem (Vopravil a kol., 2011):

- první číslice kódu značí klimatický region, který zahrnuje území se shodnými klimatickými podmínkami pro růst a vývoj plodin, regiony byly vyčleněny pro účely bonitace zemědělského půdního fondu na základě dat získaných ze zpracování několika kritérií (např. denní teploty, roční teploty, úhrn srážek atd.) Českým hydrometeorologickým ústavem
- druhá až třetí číslice vymezuje hlavní půdní jednotku (1 – 78 jednotek dále spojených do třinácti skupin půd podle charakteristických vlastností)
- čtvrté číslo je tvořeno kombinací stanovištních faktorů tj. sklonitost a expozice (poloha lokality vůči světovým stranám), tyto faktory spolu vzájemně souvisí a podílejí se na kvalitě výsledné BPEJ
- poslední číslo kódu je kombinace skeletovitosti půdy (obsah skeletu v ornici) a hloubky půdy (mocnost půdního profilu, zjednodušeně prostor pro zdárný růst rostlin)

10.2. Meziplodiny

Velký význam při ochraně před půdní erozí (vodní a větrnou) mají meziplodiny. Zamezují odnosu orné půdy při pokrytí povrchu. (Úroda, 2019)

Pilotní území bylo oseto šesti druhy meziplodin – lnička setá, tolíce dětelová, žito svatojánské, štírovník jednoletý, sléz krmný a travní směs.

Lnička setá (*Camelina sativa*)

Lnička setá (obrázek č. 3) je jednoletá bylina, nejčastěji pěstovaný druh rodu *Camelina*. V ČR je registrována odrůda Zuzana od roku 2013. Jedná se o nenáročnou rostlinu, která je po počáteční potřebě zavlažení odolná vůči suchu i nízkým teplotám (až do $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$). Nedaří se jí na těžkých, kyselých a zamokřených stanovištích. Je velmi odolná proti škůdcům (dřepčíkům), chorobám a plevelu. Jedná se o nejranější plodinu s krátkou vegetační dobou v průměru 3,5 měsíce, dorůstající 60 – 120 cm s řídké hroznovitým květenstvím na dlouhých stopkách. Využívána jako pastva pro opylovače a také jako potravinářská olejina (30 – 40 % oleje). (Stražil, 2008)

Obrázek č. 3: Lnička setá



Tolice dětelová (*Medicago lupulina* L.)

Tolice dětelová (obrázek č. 4) je jednoletá až dvouletá jetelovina (výjimečně i víceletá). V ČR je registrována odrůda Ekola od roku 1998. Jedná se o ranou cizosprašnou plodinu s bohatým nasazením semen. Dosahuje výšky 30 – 60 cm. Patří k málo výnosným jetelovinám vhodných k vyplnění spodního patra. Dobře snáší spásání a sešlapávání. Je vhodná pro zelené hnojení, protože v půdě zanechává velké množství organické hmoty a příznivě ovlivňuje úrodnost půdy. V poslední době nachází velké uplatnění pro ozeleňování vinogradů či sadů. Patří k medonosným plodinám. Sucho snáší, i když omezuje nebo zastavuje růst, avšak dobře roste i na chudších půdách s dostatečným množstvím vápníku. Většina semen plně dozraje až po sklizni. (Knotová a kol., 2018)

Obrázek č. 4: Tolice dětelová



Žito svatojánské (*Secale cereale L. var. multicaule Metzg. ex. Alef.*)

Svatojánské žito (obrázek č. 5), lidově nazývané lesní nebo jánské, díky jeho minulému využívání na pasekách po těžbě dřeva mezi pařezy. Je charakteristické bohatým olistěním, delší vegetační dobou, odnožováním, výškou až do 200 cm a drobnějším zrnem. V roce 2003 byla povolena odrůda Lesan. Má schopnost zabraňovat vodní erozi na exponovaných svazích. Do podzimu může dorůst až do výše 30 cm, tento útvar je vhodný k upevnění porušených svahů. Jeho jarní výsevy vytvářejí dobře zapojené porosty, které mají schopnost potlačovat plevel. Podzimní výsev má využití jako nevymrzající mezplodina a následnou jarní zaorávku. Takto se zamezuje vodní erozi v období pozdního podzimu, zimního období a v časném jarním období. (Procházka a kol., 2016)

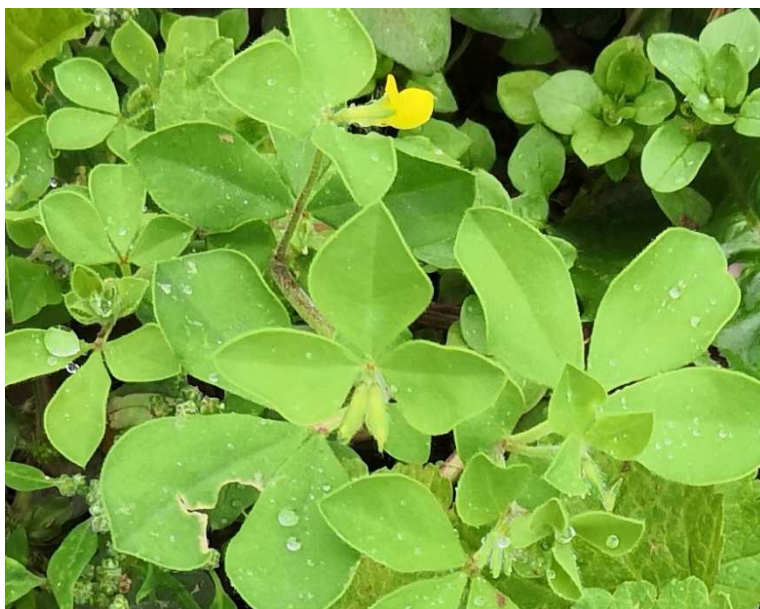
Obrázek č. 5: Žito svatojánské



Štírovník jednoletý (*Lotus ornithopodioides*)

Štírovník jednoletý (obrázek č. 6), tato odrůda Mirek byla povolena v roce 2015. Jedná se o vícesečnou píceinu nenáročnou na půdní i klimatické podmínky s možností ponechání porostu bez sečení k podzimnímu zaorání. Nejlepších výsledků lze dosáhnout ve vláhově příznivých podmínkách, i když suchu dobře odolává. Vhodná pro podzimní zaorání při ponechání porostu bez sečení. Na píci se seče dobře v době kvetení, ale lze séci dle potřeby díky porostu, který v době zrání lusků pokračuje ve vegetaci. (VÚPT, 2019)

Obrázek č. 6: Štírovník jednoletý



Sléz krmný (*Malva verticillata* L.)

Odrůda krmného slézu (obrázek č. 7), která v ČR vznikla výběrem z materiálů odrůdy Dolina a byla povolena v roce 2018. Jedná se o jednoletou píceň, která při vhodných podmínkách (dostatek výživy a vláhy a příznivé tepelné podmínky) při sklizni první seče může dosahovat až 100 cm. Využívá se pro produkci zelené píče a sušiny. Jako meziplodina je výnosově nejistá, jelikož její produkce velmi závisí na výživné půdě, pomalu vzchází a v počátcích růstu trpí zaplevelením. (Vach a kol., 2009)

I přes to po vytvoření listového pokryvu dobře potlačuje nízké plevele. Nejvhodnější pro pěstování jsou hlubší a dobře zpracované nezaplevelené půdy s dostatečným, obsahem vápna a živin a vláhovými poměry (VÚPT, 2019)

Obrázek č. 7: Sléz krmný



Travní směs

Trávy dělíme do dvou základních skupin na trsnaté a výběžkaté. Aplikovaná směs (obrázek č. 8) se skládala z jílku mnohokvětého 10 %, jílku vytrvalého 75 % a kostřavy červené 15 %.

Obrázek č. 8: Travní směs



Jílek mnohokvětý (*Lolium multiflorum* Lamk.)

Jílek mnohokvětý je významný pícní druh využívaný na orné půdě, kde poskytuje vysoké výnosy kvalitní píce. Jeho jednoletá forma se využívá i jako strnisková mezplodina. Je náročný na živiny, vláhu i teplo, citlivý na holomrazy a vysokou hladinu podzemní vody. Jednoletý až dvouletý volně trsnatý druh dosahující výšky 30 – 100 cm. (Straková a kol., 2007)

Jílek vytrvalý (*Lolium perenne* L.)

Jílek vytrvalý patří k typickým představitelům krátkostébelných porostů. Je to vytrvalý, volně trsnatý druh s výškou dosahující 10 – 60 cm. Je jedním z nejkvalitnějších víceletých pícních trav a zároveň patří mezi základní travní druhy se stovkami vyšlechtěných odrůd. Vyžaduje časté sečení, jinak omezuje odnožování, špatně obrůstá a řídne. V období sucha dochází k odumírání listů, má však schopnost rychlé regenerace. Na písčitých půdách je náchylný k vymrzání. (Straková a kol., 2007)

Kostřava červená (*Festuca rubra* L.)

Kostřava červená je velmi proměnlivý druh. Jedná se o vytrvalý trsnatý druh ozimého charakteru dorůstající výšky 20 – 100 cm. Velmi přizpůsobivá rostlina, zastoupena v různých typech travních porostů. Dobře přežívá sucho a horko. Často převládá v nehnojených extenzivně využívaných porostech. Dobře snáší i časté a nízké kosení. Odrůdy se uplatňují ve vyšších polohách, chudších půdách a pastevních porostech na extrémních stanovištích. (Straková a kol., 2007)

10.3. Agrotechnika zakládání

Bylo použito konvenční zpracování půdy, to znamená převláčení podélně a příčně v jarním období. Po slehnutí půdy byl proveden bezorebný výsev jednotlivých druhů meziplodin:

- lnička setá – 10 kg/ha
- tolice dětelová – 12 kg/ha
- žito svatojánské – 160 kg/ha
- štírovník jednoletý – 13 kg/ha
- sléz krmný - 11 kg/ha
- travní směs (jílek mnohokvětý, jílek vytrvalý a kostřava červená) - 250 kg/ha

Využita byla plocha vždy ve třech řadách mezi jednotlivými sloupy v délce jednoho sloupového pole (8 m), kde bylo oseto 80 % výměry chmelnice a zbylých 20 % tvořilo okolí rostlin chmele.

11. Výsledky měření

Získaná data ze sledování meziplodin byla zhodnocena v rámci jednotlivých období, kdy probíhalo měření. Zestručněný přehled meteorologických údajů z meteostanice Ročov, s průměrnou teplotou a srážkami za dané období je uvedený v grafu č. 1 a tabulce č. 7 v příloze č. 1. Fotodokumentace jednotlivých rostlin dle období je v příloze č. 2.

1. období – kontrolní měření 18. 5. 2019 (tabulka č. 1)

V období od setí (21. 4. 2019) do jednoho měsíce po zasetí meziplodiny dosahovaly 0,4 až 10 cm. Nejmenší pokryvnost byla u štírovníku jednoletého (1 %) a slézu krmného (1 %), naopak nejvyšší pokryvnost pozorována u žita svatojánského (37 %) a lničky seté (25 %). U travní směsi zjištěno mírné zaplevelení. V tomto období naměřena průměrná teplota 9,9 °C. Celkem bylo zaznamenáno 10 dnů se srážkami o průměru 4 mm (viz tabulka č. 7). Znamky eroze nepozorovány.

2. období – kontrolní měření 16. 6. 2019 (tabulka č. 2)

Největší pokryvnost pozorována u žita svatojánského (95 %), lničky seté (92 %) a travní směsi (85 %), naopak nejmenší u štírovníku jednoletého (20 %). Nejméně zapleveleno žito svatojánské, oproti tomu největší úroveň zaplevelení zjištěna u tolíce dětelové a štírovníku jednoletého. Kromě travní směsi a žita svatojánského (obrázek č. 9) byly u ostatních meziplodin zřetelné vyjeté kolejové stopy. V tomto období zjištěna průměrná denní teplota 18,1 °C, nejvyšší teplota 33,4 °C. Celkem naměřeno 13 dnů se srážkami průměrně 6,2 mm (tabulka č. 7). Znamky eroze nezaznamenány.

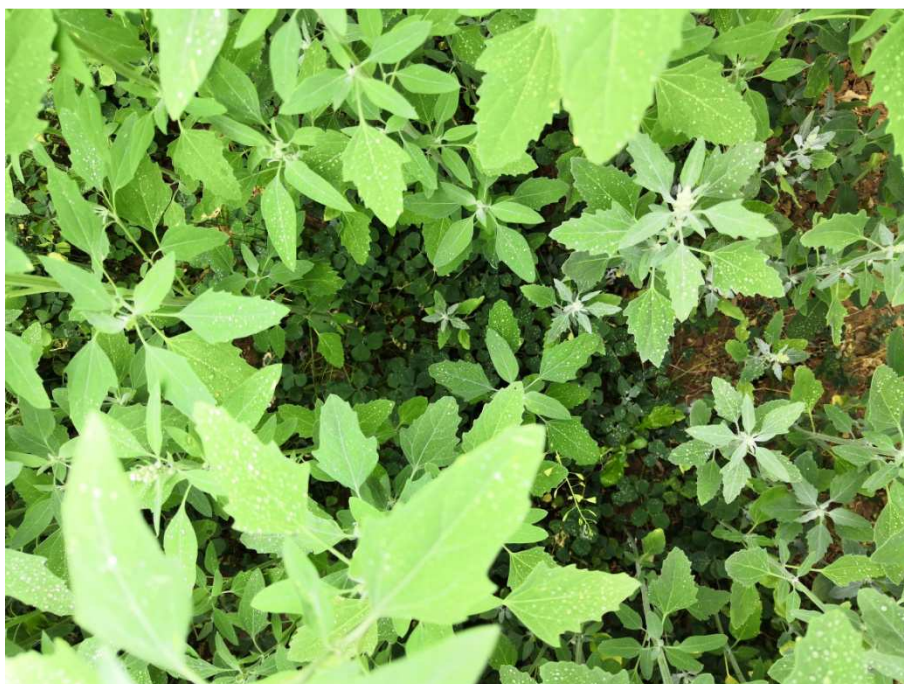
Obrázek č. 9: Žito svatojánské v kolejových stopách



3. období – kontrolní měření 7. 7. 2019 (tabulka č. 3)

Největší pokryvnost u žita svatojánského (95 %), i přes snížení váhy díky zasychání, a travní směsi (85 %). Naopak nejmenší pokryvnost u štírovníku jednoletého (20 %). Lnička setá již zasychala a tvořila semena. Nejmenší zaplevelení zjištěno u žita svatojánského a u lničky seté pouze okrajové. Extrémní zaplevelení u tolíce dětelové (obrázek č. 10) a štírovníku jednoletého. Travní směs a žito svatojánské odolávaly v kolejových stopách (pouze polehlé). V tomto období naměřena průměrná denní teplota 21,4 °C, nejvyšší teplota dosáhla 35,5 °C a spadlo velmi málo srážek, pouze 2 dny s průměrnými hodnotami 1,5 mm (tabulka č. 7), což se projevilo na naměřených hodnotách – i když růst byl až dvojnásobný, je zřejmé zasychání a úbytek biomasy. Na rostlinách také zpozorována největší biodiverzita díky počátkům kvetení u slézu krmného a tolíce dětelové a to např. slunéčko sedmítečné (*Coccinella septempunctata*), vroubenka smrdutá (*Coreus marginatus*), kobylka zelená (*Tettigonia viridissima*), kohoutek černý (*Oulema melanopus*), kněžice mramorovaná (*Halyomorpha halys*) a pestřenka pruhovaná (*Episyrphus balteatus*).

Obrázek č. 10: Zaplevelení tolíce dětelové



4. období – kontrolní měření 4. 8. 2019 (tabulka č. 4)

Největší pokryvnost v tomto období byla u žita svatojánského (90 %) a travní směsi (85 %), která již netvořila souvislý porost, ale trsy. Naopak nejmenší pokryvnost u štírovníku jednoletého (20 %). Nejméně zapleveleno žito svatojánské, u lničky seté pozorováno zvýšení zaplevelení a u tolíce dětelové a štírovníku jednoletého bylo extrémní zaplevelení. Žito svatojánské a travní směs stále odolává v kolejových stopách. V tomto období dosahovala průměrná denní teplota 19,4 °C, nejvyšší naměřená hodnota 34,3 °C (tabulka č. 7). Díky vysokým teplotám měla lnička setá vydrolená semena a žito svatojánské zaschlé zralé klasy. Celkem naměřeno 10 dnů se srážkami průměrně 3,6 mm. Díky bohatému květu u slézu krmného pozorována biodiverzita např. klopuška červená (*Lygus pratensis*) a ruměnice pospolná (*Pyrrhocoris apterus*).

5. období – kontrolní měření 7. 9. 2019 (tabulka č. 5)

Jedná se o období po sklizni, kdy je patrné mechanické poškození meziplodin včetně kompletně vyjetých kolejových stop. Lnička setá, žito svatojánské a sléz krmný znovu vyrostly. Největší pokryvnost zjištěna u žita svatojánského (80 %), travní směsi (80 %) a tolíce dětelové (70 %), naopak nejmenší u lničky seté (5 %) a štírovníku jednoletého (5 %). Nejmenší zaplevelení bylo u travní směsi, naopak velké zaplevelení zjištěno u lničky seté a štírovníku jednoletého, který kvete. Travní směs dále tvořila trsy a snižovala se tak celková pokryvnost. V tomto období průměrná denní teplota dosahovala 19 °C, nejvyšší teplota naměřena 31,4 °C a celkem bylo zaznamenáno 15 dnů se srážkami průměrně 5,1 mm (tabulka č. 7). Díky častějšímu výskytu srážek byly zřejmé velké známky eroze, hlavně ve vyjetých kolejových stopách. U štírovníku jednoletého (obrázek č. 11) a lničky seté díky velmi nízké pokryvnosti došlo k vodní erozi po celé oseté ploše. Naopak dobře odolávaly žito svatojánské, které znovu rostlo, a travní směs.

Obrázek č. 11: Vodní eroze u štírovníku jednoletého



6. období – kontrolní měření 6. 10. 2019 (tabulka č. 6)

Největší pokryvnost pozorována u žita svatojánského (80 %), travní směsi (80 %) a tolíce dětelové (70 %), naopak nejmenší u lničky seté (5 %) a štírovníku jednoletého (5 %). Nejméně zaplevelena byla travní směs, velké zaplevelení zjištěno u lničky seté a štírovníku jednoletého. Sléz krmný se hojně rozrůstal a kvetl, travní směs řídla, žito svatojánské tvořilo nová stébla a lnička setá projevovala počáteční známky kvetení. V tomto období byla průměrná denní teplota 12,4 °C, nejvyšší zjištěná teplota dosahovala 27,2 ° a celkem naměřeno 15 dnů se srážkami průměrně 3,5 mm (tabulka č. 7). Díky zvýšenému výskytu srážek byly jasné známky eroze, převážně v kolejových stopách.

Celkové zhodnocení

Z testovaných variant si nejlépe vedlo žito svatojánské a také travní směs, které měly velkou pokryvnost s malou mírou zaplevelení, nejlepší odolnost proti klimatickým změnám (vysokým i nízkým teplotám i zvýšeným srážkám) a také pojezdům v kolejových stopách, kde tak byla vodní eroze méně patrná. Největšího nárůstu biomasy v průběhu celého měření dosahovaly sléz krmný (až 37,5 g) a žito svatojánské (až 7 g). Při hodnocení a porovnání jednotlivých druhů meziplodin byl zjištěn rozdíl z hlediska ztráty půdy mezi štírovníkem jednoletým, kde byly pozorovány větší známky vodní eroze, velká míra zaplevelení i velmi nízká pokryvnost, a ostatními sledovanými meziplodinami, kde byli známky eroze rozdílně nižší nebo zanedbatelné.

12. Diskuze

ČR je jeden z největších producentů chmele ve světě. Z ekonomického hlediska je chmel dobrým vývozním artiklem. Používá se například v potravinářství, farmacii a kosmetice.

Chmel se historicky používal jako lék, ingredience do salátů, výplň v polštářích a samozřejmě jako konzervační a aromatická látka v pivu. Za správných podmínek může vyrůst 10 – 25 cm denně. V druhé polovině června chmelové rostliny rozvíjejí boční větve a produkují shluky slabě zelených květů nebo hlávek. Chmelu se nejlépe daří v dobře odvodněných, hlubokých a písčitohlinitých půdách s pH kolem 6,5. Pěstitelé by se měli vyhnout umístění chmelnic v těžké, špatně odvodněné půdě. Chmel potřebuje vodu a výživné látky, aby byl zajištěn dostatečný růst rostlin a plný vývoj chemických sloučenin, které jsou nezbytné při procesu vaření piva. (Sirrinc, 2015)

Půda na chmelnici je ohrožována častými pojezdy mechanizace. Meziplodiny oseté v meziřadí zlepšují strukturu půdy, zabraňují zhutňování a lépe chrání půdu před přívalovými dešti. Problémem jsou však vyjeté kolejové stopy. U testovaných meziplodin nejlépe odolávalo žito svatojánské a travní směs. Nejhuře si vedl štirovník jednoletý a tollice dětelová, kde byla pozorována velká zaplevelenost již od druhého období monitorování pokusných ploch. Neměly tudíž šanci se plně rozvinout.

Kincl a kol. (2018b) uvádí na základě tříletého výzkumu, že při použití půdoochranných technologií s využitím meziplodin se zvýšila protierozní ochrana půdy. Z testovaných meziplodin si nejlépe vedlo žito ozimé a luskovinová směs. Přestože byly částečně polehlé v kolejových stopách z důvodu silných dešťů, odolávaly pojezdům techniky. S tímto názorem se ztotožňuji a souhlasím se zjištěním, že meziplodiny v meziřadí chmelnic mají velký vliv na protierozní ochranu půdy. Z testovaných vzorků žito svatojánské dosahovalo nejlepších výsledků, které byly zjištěny během jedné sezóny (2019).

Kincl a kol. (2018b) dále zmiňuje, že u meziplodin je pozorována půdoochranná funkce již krátce po vzejití až do plného zapojení. Pokryvnost testovaných meziplodin byla při sledování v prvním období (1 měsíc po zasetí) minimální z důvodu průměrné teploty 9,9 °C a srážek 4 mm, ale v dalším období (2. měsíc od

zasetí) plodiny již vykazovaly protierozní ochrannou funkci. V tomto období byly příznivější klimatické podmínky (průměrná teplota 18,1 °C a srážky 6,2 mm).

Výsledky z ověřování ukázaly, že aplikací meziplodin je možné účinně snižovat výslednou ztrátu půdy způsobenou vodní erozí. Oproti konvenčnímu zpracování byla vodní eroze u variant s meziplodinami snížena. Slabinou využití meziplodin je prostor kolejových stop. Vzhledem k častým pojezdům zemědělské techniky se porost v těchto místech poškozuje a vznikají vyjetá místa se sklonem k hromadění vodou odnesené půdy.

Dalším faktorem využití meziplodin je možnost dalšího zpracování na zelené hnojení, v tomto případě by meziplodiny měly mít co nejrychlejší start růstu a vytvořit dostatečné množství kvalitní nadzemní i podzemní organické hmoty s cílem obohatit půdu o živiny a organickou hmotu. Kořenový systém ve výsledku pozitivně ovlivňuje vodní i vzdušný režim, přispívá ke kypření půdy. (Krofta a kol., 2012)

Souhlasím s tvrzením, které uvádí Krofta a kol. (2012), že výsledná kvalita i množství závisí na zvolených druzích meziplodin, půdních a klimatických podmínkách stanoviště a délce vegetačního období. Veškerá biologická hmota je zaoráním zapracována a je tak agregována do půdy v místě růstu a k dispozici chmelovým rostlinám. Nadzemní části vegetace snižují poškození při využití zemědělské techniky (například při sklizni). Ve větší míře souhlasím s přednostmi jednoletých či dočasně trvalých rostlin. Například žito svatojánské podle mého pozorování je opravdu skromný druh rostoucí dobře i v klimaticky méně příznivých podmínkách, má schopnost regenerace a vyznačuje se bohatým kořenovým systémem. Sléz krmný v počátečním stádiu růstu trpí zaplevelením, ale po plném zapojení porostu potlačuje nízké plevele. Při pěstování slézu krmného dochází k výtoku semen a dalšímu rozšíření, tím přispívá k lepší pokryvnosti – v tomto případě pozorován výtok semen v srpnu, a v září již nový růst. Kostřava červená dobře snáší intenzivní sešlapávání, dle mého zjištění opravdu travní směs dobře odolávala v kolejových stopách. Naopak nesouhlasím s tvrzením, že štírovník jednoletý chrání před plevele, při pozorování byl ze všech podplodin nejméně odolný zaplevelení po dobu celého sledování.

13. Závěr

Problematika vodní eroze ve chmelnicích je minimálně stejně významná jako u dalších erozně ohrožených plodin. Z tohoto důvodu je potřeba půdu na chmelnicích rozkládajících se na svazích chránit.

Výsledky pozorování ukázaly, že na základě hodnocených faktorů (pokryvnost, úroveň zaplevelení, odolnost vůči klimatickým změnám a odolnost vůči mechanickému poškození) si nejlépe vedly žito svatojánské a také travní směs. Naopak velká ztráta půdy vodní erozí oproti ostatním sledovaným meziplodinám byla prokazatelně zřetelná při nárůstu srážek u štírovníku jednoletého.

To značí, že nejdůležitějším faktorem je hojná přítomnost meziplodin v meziřadí. Pozitivní účinky meziplodin však nespočívají pouze v omezení ztráty půdy vodní erozí či omezení povrchového odtoku, ale mají řadu dalších kladů například zlepšení půdní struktury, ochranu půdy před klimatickými změnami a pojezdům techniky, biomasa vhodná pro další zpracování půdy (např. na zelené hnojení) a zvýšení podílu organické hmoty v půdě i díky bohaté biodiverzitě a tím i snížení nákladů a udržení výnosu a kvality produkce.

Pozorování daných meziplodin za krátké období přineslo výsledky, které by bylo vhodné ověřit v delším časovém rozmezí. Bylo by vhodné rozšířit pozorování i na další aspekty využití meziplodin například přínos v rámci zeleného hnojení, zda by takové pozorování potvrdilo stejné výsledné hodnoty v rámci pokryvnosti, nárůstu biomasy, zaplevelení a odolnosti vůči vodní erozi.

14. Seznam literatury a použitých zdrojů

BENNETT H. H., 1939: Soil conservation. McGraw-Hill Book Company inc., New York.

BOARDMAN J., POESEN J., 2006: Soil erosion in Europe. John Wiley & Sons Inc., Hoboken. ISBN 9780470859100.

CÁBLÍK J., JŮVA K., 1963: Protierozní ochrana půdy: celostátní vysokoškolská učebnice: určeno studentům vysokých škol zemědělských a technických. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

HOLÝ M., 1978: Protierozní ochrana. Státní nakladatelství technické literatury, Praha.

HOLÝ M., 1994: Eroze a životní prostředí. České vysoké učení technické, Praha. ISBN 80-01-01078-3.

HRABALÍKOVÁ M., 2015: Příspěvek k hodnocení různých přístupů v modelování ztráty půdy vodní erozí v prostředí GIS. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí. Praha. 139 s. (disertační práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.

HŮLA J., JANEČEK M., KOVAŘÍČEK P., BOHUSLÁVEK J., 2003: Agrotechnická protierozní opatření, VÚMOP, Praha. ISSN 1211-3972.

JANEČEK M., BEČVÁŘ M., BOHUSLÁVEK J., DUFKOVÁ J. DUMBROVSKÝ M., DOSTÁL T., HŮLA J., JAKUBÍKOVÁ A., KADLEC V., KRÁSA J., KUBÁTOVÁ E., NOVOTNÝ I., PODHRÁZSKÁ J., TIPPL M., TOMAN F., VOPRAVIL J., VRÁNA K., 2007: Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha. ISBN 978-80-254-0973-2.

JANEČEK M., 2008: Základy erodologie. Česká zemědělská univerzita, Praha. ISBN 978-80-213-1842-7.

JANEČEK M., DOSTÁL T., KOZLOVSKY DUFKOVÁ J., DUMBROVSKÝ M., HŮLA J., KADLEC V., KONEČNÁ J., KOVÁŘ P., KRÁSA J., KUBÁTOVÁ E., KOBZOVÁ D., KUDRNÁČOVÁ M., NOVOTNÝ I., PODHRÁZSKÁ J., PRAŽAN J., PROCHÁZKOVÁ E., STŘEDOVÁ H.,

TOMAN F., VOPRAVIL J., VLASÁK J., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika. Powerprint, Praha. ISBN 978-80-87415-42-9.

JELOUDAR F. T., SEPANLOU M. G., EMADI M., 2018: Impact of land use change on soil erodibility. Global Journal of Environmental Science and Management [online]. Volume 4, Issue 1. P. 59-70. Dostupné z: doi.10.22034/gjesm.2018.04.01.006.

KHEL T., ŘEHÁČEK J., PAPAJ V., VOPRAVIL J., VACEK S., VACEK Z., HAVELKOVÁ L., 2017: Metodika hodnocení účinnosti a realizace větrolamů v krajině jako nástroj pro ochranu půdy ohrožené větrnou erozí. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i., Praha. ISBN 978-80-87361-70-2.

KINCL D., KABELKA D., SRBEK J., ČÁP P., PETRŮ A., PETERKA M., KROFTA K., POKORNÝ J., 2018a: Půdoochranné technologie pro pěstování chmelu. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i., Praha. ISBN 978-80-87361-90-0.

KINCL D., KROFTA K., KABELKA D., SRBEK J., ČÁP P., PETRŮ A., PETERA M., POKORNÝ J., 2018b: Komplexní půdoochranné technologie pro pěstování chmele otáčivého: Závěrečná zpráva projektu QJ610418. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i., Praha.

KNOTOVÁ D., SKLÁDANKA J., PELIKÁN J., KNOT P., 2018: Metodika pěstování tolíce dětelové (*Medicago lupulina* L.) na semeno: uplatněná certifikovaná metodika. Zemědělský výzkum, spol., Troubsko. ISBN 978-80-88000-20-4.

KOZLÍK V., MALIŠ O., ALENA F., 1961: Ochrana pôdy pred vodnou eróziou. Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry, Bratislava.

KROFTA K., JEŽEK J., KLAPAL I., KŘIVÁNEK J., POKORNÝ J., PULKRÁBEK J., VOSTŘEL J., 2012: Integrovaný systém pěstování chmele: Metodika pro praxi 02/2012. Petr Svoboda, Žatec: ISBN 978-80-86836-82-9.

LIU Q. J., WELLS R. R., DABNEY S. M., HE J. J., 2017: Effect of Water Potential and Void Ratio on Erodibility for Agricultural Soils. Soil Science Society of America Journal [online]. Volume 81, Issue 3. P. 622-632. Dostupné z: doi.10.2136/sssaj2016.11.0369.

MORGAN R. P. C., 2005: Soil erosion and conservation. Blackwell Publishing company, USA. ISBN 1-4051-1781-8.

NCIIZAH A. D., WAKINDIKI I. C., 2015: Physical indicators of soil erosion, aggregate stability and erodibility. Archives of Agronomy and Soil Science [online]. Volume 61, Issue 6. P. 827-842. Dostupné z: doi.org/10.1080/03650340.2014.956660.

NOVOTNÝ I., PAPAJ V., PODHRÁZKOVÁ J., KAPIČKA J., VOPRAVIL J., KRISTENOVÁ H., MISTR M., ŽÍŽALA D., KINCL D., SRBEK J., POCHOP M., DOSTÁL T., KRÁSA J., KADLEC V., 2017: Příručka ochrany proti erozi zemědělské půdy. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd, v. v. i., Praha. ISBN 978-80-87361-67-2.

PANAGOS P., MEUSBURGER K., BALLABIO C., BORRELLI P., ALEWELL CH., 2014: Soil erodibility in Europe: A high-resolution dataset based on LUCAS. Science of The Total Environment [online]. Volume 479-480. P. 189-200. Dostupné z: [doi.10.1016/j.scitotenv.2014.02.010](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.02.010).

PROCHÁZKA J., PELIKÁN J., KNOTOVÁ D., 2016: Metodika pěstování žita trsnatého na zrno: uplatněná certifikovaná metodika. Zemědělský výzkum, spol. s r.o., Troubsko. ISBN 978-80-88000-16-7.

SINGH M. J., KHERA K. L., SANTRA P., 2012: Selection of soil physical quality indicators in relation to soil erodibility. Archives of Agronomy and Soil Science[online]. Volume 58, Issue 6, P. 657-672. Dostupné z: [doi/abs/10.1080/03650340.2010.537324](https://doi.org/10.1080/03650340.2010.537324).

SKLENIČKA P., 2003: Základy krajinného plánování. Naděžda Skleničková, Praha. ISBN 80-903206-1-9.

SLAVÍK L., 2000: Biotechnické úpravy v krajině. UJEP, Ústí nad Labem. ISBN 80-70-44-310-3.

STRAKOVÁ M., STRAKA J., MICHALÍKOVÁ L., PLEVOVÁ K., 2007: Kapesní atlas trav, Agrotis Trávníky, Rousínov.

STRAŠIL Z., 2008: Základy pěstování a možnosti využití lničky seté. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha. ISBN 978-80-87011-75-1.

ŠTRANC P., ŠTRANC J., ŠTRANC D., LEDVINA R., 2008: Zpracování půdy ve chmelnicích. Kurent, s. r. o., Praha. ISBN 978-80-87111-11-6.

ŠTRANC J., ŠTRANC P., ŠTRANC D., 2013: Zásady správné agrotechniky chmele a analýza příčin velkého úhynu chmele na jaře roku 2012. Kurent s. r. o., Praha. ISBN 978-80-87111-39-0.

VACH M., 2009: Pěstování strniskových meziplodin, Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha. ISBN 978-80-7427-009-3.

VOPRAVIL J., 2006: Příspěvek ke stanovení erodovatelnosti půdy v podmínkách České republiky. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí. Praha. 112 s. (disertační práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.

VOPRAVIL J., KHEL T., VRABCOVÁ T., NOVÁK P., NOVOTNÝ I., HLADÍK J., VAŠKŮ Z., JACKO K., ROŽNOSVKÝ J., JANEČEK M., VÁCHA R., PIVOVÁ J., KVÍTEK T., NOVÁK P., FUČÍK P., ČERMÁK P., JANKŮ J., PÍRKOVÁ I., PAPAJ V., BANÝROVÁ J., 2010a: Půda a její hodnocení v ČR I., Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha. ISBN 978-80-87361-05-4.

VOPRAVIL J., VRABCOVÁ T., KHEL T., NOVOTNÝ I., BANÝROVÁ J., 2010b: Vývoj a degradace půd v podmínkách očekávaných změn klimatu. In: **ROŽNOVSKÝ J., LITSCHMANN T (eds.):** Voda v krajině. Český hydrometeorologický ústav, Lednice. S. 23–30. ISBN 978-80-86690-79-7.

VOPRAVIL J., NOVOTNÝ I., KHEL T., HLADÍK J., JACKO K., PAPAJ V., VAŠKŮ Z., VRABCOVÁ T., PÍRKOVÁ I., ROŽNOSVKÝ J., HAVELKOVÁ L., NOVÁK P., VOLTR V., STŘEDA T., KOHOUTOVÁ L., PORUBA M., CZELIS R., HUML J., SEKANINA A., JANKŮ J., PENÍŽEK V., 2011: Půda a její hodnocení v ČR II. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. Praha ISBN 978-80-87361-08-5.

VOPRAVIL J., KHEL T., HAVELKOVÁ L., BATYSTA M., 2013: Studie zabývající se základní problematikou eroze půdy a jejím současným stavem v Ústeckém a Jihomoravském kraji České republiky. SOWAC, s.r.o. Praha.

WISCHMEIER W. H., SMITH D. D., 1978: Predicting Rainfall Erosion Losses - A Guide to Conservation Planning. Washington: US Dept. Of Agriculture , Science and Education Administration.

WU X., WEI Y., WANG J., CAI Ch., DENG Y., XIA Y., 2018: RUSLE erodibility of heavy-textured soils as affected by soil type, erosional degradation, and rainfall intensity: A field simulation. Land Degradation & Development [online]. Volume 29, Issue 3. P. 408-421. Dostupné z: doi/abs/10.1002/ldr.2864.

YAO X., YU J., JIANG H., SUN W., LI Z., 2016: Roles of soil erodibility, rainfall erosivity and land use in affecting soil erosion at the basin scale. Agricultural Water Management [online]. Volume 174. P. 82-92. ISSN 03783774. Dostupné z: doi.org/10.1016/j.agwat.2016.04.001.

ZACHAR D., 1970: Erózia pôdy. Slovenská akadémia vied, Cizí zdroje, Bratislava.

ZHANG L., ONEILL A. L., LACEY S., 1996: Modelling approaches to the prediction of soil erosion in catchments. Environmental Software [online]. Volume 11. P. 123-133. Dostupné z: doi.org/10.1016/S0266-9838(96)00023-8.

ZHANG CH., GUOBIN L., SONG Z., QU D., FANG L., DENG L., 2017: Natural succession on abandoned cropland effectively decreases the soil erodibility and improves the fungal diversity. ECOLOGICAL APPLICATIONS [online]. Volume 27, Issue 7. P. 2152-2154. Dostupné z: doi.org/10.1002/eap.1598.

Internetové zdroje

ČÚZK, ©2019: Nahlížení do katastru nemovitostí, (online) [cit. 2019.09.07], dostupné

z

<https://nahlizeni.dokn.cuzk.cz/ZobrazObjekt.aspx?encrypted=ieLKxXOhIXqq_MkYQrorO6119m2S3Iz9lMAQuqgDNrR5SGNwe9ljBa4doVEtVhkEXC35CinJnkTPpQpOIH0wzOZuult3KROoZh6lhpH9cXKKv5xpCa23IwhkwWYq4OUz>.

Chmelařský institut s.r.o., ©2012: Meteostanice Ročov, (online) [cit. 2019.11.06], dostupné z <<http://www.emsbrno.cz/p.axd/cs/Ro%C4%8Dov.CHI.html>>

RÚIAN - ČÚZK, ©2019: Zobrazení mapy, (online) [cit. 2019.08.24], dostupné z

https://vdp.cuzk.cz/marushka/?ThemeID=1&MarQueryID=KU&MarQParamCount=1&MarQParam0=752436&InfoURL=https%3A%2F%2Fvdp.cuzk.cz%2Fvdp%2Fruian&InfoTarget=vdpWindow_1565689244140&fbclid=IwAR0i-NpgoHmNyRAM9QQSTsvS3oONaQGsLuZ8VdErU3mI61VOcB6rEdnfSY.

SIRRINE R., 2014: Growing Hops, (online) [cit. 2019.09.16], dostupné z <https://www.canr.msu.edu/resources/michigan_fresh_growing_hops>

Úroda, ©2019: Význam meziplodin v souvislosti s protierozní ochranou půdy (online) [cit. 2019.11.19], dostupné z <<https://www.uroda.cz/vyznam-meziplodin-v-souvislosti-s-protierozni-ochranou-pudy/>>.

VÚMOP, ©2019: katalog BPEJ (online) [cit. 2019.08.24], dostupné z <<https://bpej.vumop.cz/41110>>.

VÚPT, spol. s. r. o. Troubsko, ©2019: Sléz krmný (online) [cit. 2019.11.19], dostupné z <<https://www.vupt.cz/slechtenu/slez-krmny/>>.

VÚPT, spol. s. r. o. Troubsko, ©2019: Štírovník jednoletý (online) [cit. 2019.11.19], dostupné z <<https://www.vupt.cz/slechtenu/stirovnik-jednolety/>>.

Legislativní zdroje

Vyhláška č. 48/2011 Sb., o stanovení tříd ochrany, v platném znění.

15. Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Hlavní faktory podmiňující erozi půdy (Zhang a kol., 1996).....	17
Obrázek č. 2: Obec Solopysky (RÚIAN – ČÚZK, upraveno autorem, 2019).....	35
Obrázek č. 3: Lnička setá	37
Obrázek č. 4: Tolice dětelová.....	38
Obrázek č. 5: Žito svatojánské	39
Obrázek č. 6: Štírovník jednoletý.....	40
Obrázek č. 7: Sléz krmný	41
Obrázek č. 8: Travní směs.....	42
Obrázek č. 9: Žito svatojánské v kolejových stopách	45
Obrázek č. 10: Zaplevelení tolíce dětelové	46
Obrázek č. 11: Vodní eroze u štírovníku jednoletého.....	47

Příloha č. 1 – Výsledky měření

Tabulka č. 1: Získaná data z měření 18. 5. 2019

Získaná data z měření 18. 5. 2019				
Název	Pokryvnost %	Výška cm	Váha g	Zaplevelení
Lnička setá	25	0,5-1	X	žádné
Tolice dětelová	3	0,5	X	žádné
Žito svatojánské	37	5-10	X	žádné
Štírovník jednoletý	1	0,5	X	žádné
Sléz krmný	1	0,4	X	žádné
Travní směs	10	2-4	X	mírné

Tabulka č. 2: Získaná data z měření 16. 6. 2019

Získaná data z měření 16. 6. 2019				
Název	Pokryvnost %	Výška cm	Váha g	Zaplevelení
Lnička setá	92	70	6,0	okrajové
Tolice dětelová	50	5-15	0,5	vysoké
Žito svatojánské	95	70-95	7,0	minimální
Štírovník jednoletý	20	10-20	1,5	velké
Sléz krmný	50	20-40	10,0	střední
Travní směs	85	25	0,5	střední

Tabulka č. 3: Získaná data z měření 7. 7. 2019

Získaná data z měření 7. 7. 2019				
Název	Pokryvnost %	Výška cm	Váha g	Zaplevelení
Lnička setá	60	70-90	2,0	okrajové
Tolice dětelová	50	12-15	1,0	extrémní
Žito svatojánské	95	100-140	6,5	mírné
Štírovník jednoletý	20	20-40	1,0	extrémní
Sléz krmný	50	50-100	33,6	střední
Travní směs	85	20-30	0,5	vysoké

Tabulka č. 4: Získaná data z měření 4. 8. 2019

Získaná data z měření 4. 8. 2019				
Název	Pokryvnost %	Výška cm	Váha g	Zaplevelení
Lnička setá	45	70-90	1,9	střední
Tolice dětelová	50	12-15	1	extrémní
Žito svatojánské	90	100-140	5,8	okrajové
Štírovník jednoletý	20	20-40	1	extrémní
Sléz krmný	50	50-100	37,5	extrémní
Travní směs	85	25-30	0,6	vysoké

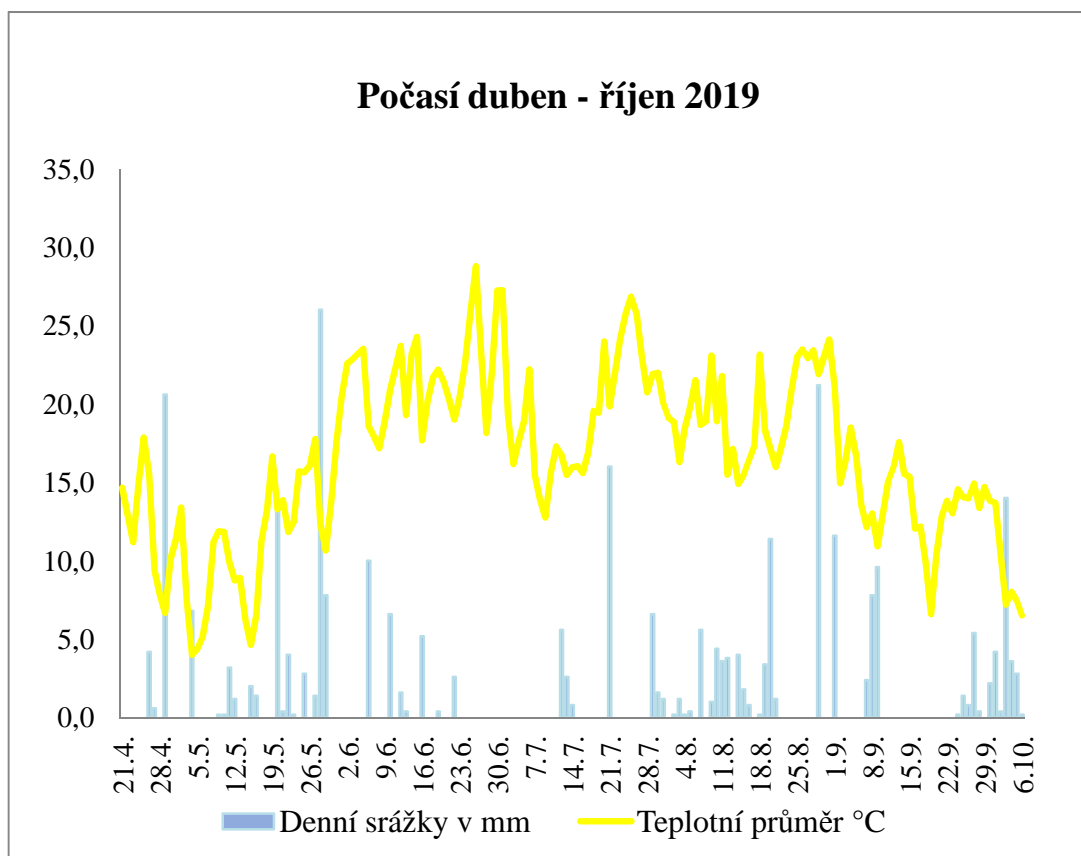
Tabulka č. 5: Získaná data z měření 7. 9. 2019

Získaná data z měření 7. 9. 2019				
Název	Pokryvnost %	Výška cm	Váha g	Zaplevelení
Lnička setá	5	5	1,1	velké
Tolice dětelová	70	20	1,3	střední
Žito svatojánské	80	35	5,2	okrajové
Štírovník jednoletý	5	9	1,1	velké
Sléz krmný	50	15-50	11,8	malé
Travní směs	80	30	0,6	minimální

Tabulka č. 6: Získaná data z měření 6. 10. 2019

Získaná data z měření 6. 10. 2019				
Název	Pokryvnost %	Výška cm	Váha g	Zaplevelení
Lnička setá	5	20	1,7	vysoké
Tolice dětelová	70	20	1,3	střední
Žito svatojánské	80	55	5,9	okrajové
Štírovník jednoletý	5	10	1,1	velké
Sléz krmný	65	50-115	13,5	okrajové
Travní směs	80	30	0,5	minimální

Graf č. 1: Grafické zobrazení srážek a teplotních průměrů v daném období



Tabulka č. 7: Přehled počasí v jednotlivých měřených obdobích

Období	Počet dnů	Min. teplota °C	Max. teplota °C	Prům. teplota °C	Dny bez srážek	Dny se srážkami	Prům. srážky mm	Max. srážky mm
21.4.-18.5	28	0,3	23,9	9,9	18,0	10,0	4,0	20,6
19.5.-16.6.	29	5,5	33,4	18,1	16,0	13,0	6,2	26,0
17.6.-7.7.	21	9	35,5	21,4	19,0	2,0	1,5	2,6
8.7.-4.8.	28	7,6	34,3	19,4	18,0	10,0	3,6	16,0
5.8.-7.9.	34	8,7	31,4	19	19,0	15,0	5,1	21,2
8.9.-6.10.	29	3,2	27,2	12,4	14,0	15,0	3,5	14,0
7.10.-16.11.	41	-3,2	23,1	8,2	23,0	18,0	1,8	5,2

Příloha č. 2 – Fotodokumentace

Obrázek č. 1: Pilotní území před osetím – 5. 4. 2019



Obrázek č. 2: Zasetí – 21. 4. 2019



Lnička setá

Obrázek č. 3: Lnička setá 18. 5. 2019



Obrázek č. 4: Lnička setá 16. 6. 2019



Obrázek č. 5: Lnička setá 7. 7. 2019



Obrázek č. 6: Lnička setá 4. 8. 2019



Obrázek č. 7: Lnička setá 7. 9. 2019



Obrázek č. 8: Lnička setá 6. 10. 2019



Tolice dětelová

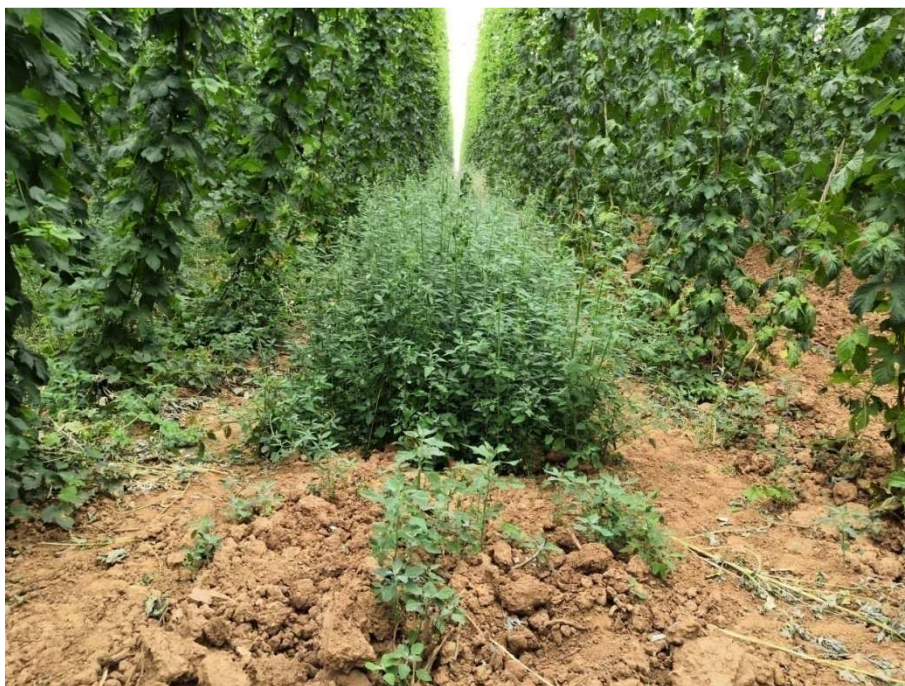
Obrázek č. 9: Tolice dětelová 18. 5. 2019



Obrázek č. 10: Tolice dětelová 16. 6. 2019



Obrázek č. 11: Tolice dětelová 7. 7. 2019



Obrázek č. 12: Tolice dětelová 4. 8. 2019



Obrázek č. 13: Tolice dětelová 7. 9. 2019



Obrázek č. 14: Tolice dětelová 6. 10. 2019



Žito svatojánské

Obrázek č. 15: Žito svatojánské 18. 5. 2019



Obrázek č. 16: Žito svatojánské 16. 6. 2019



Obrázek č. 17: Žito svatojánské 7. 7. 2019



Obrázek č. 18: Žito svatojánské 4. 8. 2019



Obrázek č. 19: Žito svatojánské 7. 9. 2019



Obrázek č. 20: Žito svatojánské 6. 10. 2019



Štírovník jednoletý

Obrázek č. 21: Štírovník jednoletý 18. 5. 2019



Obrázek č. 22: Štírovník jednoletý 16. 6. 2019



Obrázek č. 23: Štírovník jednoletý 7. 7. 2019



Obrázek č. 24: Štírovník jednoletý 4. 8. 2019



Obrázek č. 25: Štírovník jednoletý 7. 9. 2019



Obrázek č. 26: Štírovník jednoletý 6. 10. 2019



Sléz krmný

Obrázek č. 27: Sléz krmný 18. 5. 2019



Obrázek č. 28: Sléz krmný 16. 6. 2019



Obrázek č. 29: Sléz krmný 7. 7. 2019



Obrázek č. 30: Sléz krmný 4. 8. 2019



Obrázek č. 31: Sléz krmný 7. 9. 2019



Obrázek č. 32: Sléz krmný 6. 10. 2019



Travní směs

Obrázek č. 33: Travní směs 18. 5. 2019



Obrázek č. 34: Travní směs 16. 6. 2019



Obrázek č. 35: Travní směs 7. 7. 2019



Obrázek č. 36: Travní směs 4. 8. 2019



Obrázek č. 37: Travní směs 7. 9. 2019



Obrázek č. 38: Travní směs 6. 10. 2019



Obrázek č. 39: Pilotní území kontrolní foto – 16. 11. 2019

