

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra plánování krajiny a sídel



**Podmínky pěstování kukuřice seté na silně erozně ohrožené
půdě**

Diplomová práce

Vedoucí práce: Ing. Jana Kalibová, Ph.D.

Diplomant: Bc. Radka Štujová

2024

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: *Podmínky pěstování kukuřice seté na silně erozně ohrožené půdě* 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 diplomovou 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 diplomové 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 27.3.2024

Radka Štujová

Poděkování:

Nejprve bych chtěla poděkovat Ing. Janě Kalibové, Ph.D., za odborné vedení této diplomové práce a její vstřícný přístup. Dále bych chtěla poděkovat svému bratru, Petrovi Nulíčkovi, za spolupráci při práci na projektu v terénu. A v neposlední řadě mé rodině za trpělivost a podporu při psaní i celém studiu.

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Radka Štujová

Regionální environmentální správa

Název práce

Podmínky pěstování kukuřice seté na silně erozně ohrožené půdě

Název anglicky

Conditions of growing maize on highly erosive threatened soil

Cíle práce

Práce je navázána na výzkumný projekt QK22020053 "Podmínky pěstování kukuřice seté na silně erozně ohrožené půdě".

Práce má za cíl vyhodnotit účinnost vybrané půdoochranné technologie, která by umožnila pěstování kukuřice na silně erozně ohrožené půdě a byla by zároveň využitelná v rámci standardu DZES 5.

Metodika

Práce bude probíhat v terénu na pokusné lokalitě Skoupý, kde jsou založeny plochy oseté kukuřicí konvenčním způsobem a s využitím půdoochranné technologie. Bude sledována odtoková odezva pokusných ploch na přirozené dešťové srážky a erozní smyv způsobený těmito srážkami.

Odtoková odezva bude sledována pomocí Parshallových žlabů umístěných při sedimentačních jímkách ve dolní okraji pokusných ploch. Erozní smyv bude hodnocen na základě vážení sedimentu zachyceného v jímkách.

Výstupem práce bude srovnání výsledků plochy, na níž je kukuřice pěstována konvenčním způsobem (kontrolní plocha) s plochou, na níž byla využita půdoochranná technologie pěstování kukuřice. Na základě výsledků bude navržena úprava stávajícího standardu DZES 5 za účelem stanovení podmínek pro pěstování kukuřice na silně erozně ohrožené půdě.

Doporučený rozsah práce

dle Nařízení děkana č. 2/2020 – Metodické pokyny pro zpracování diplomové práce na FŽP

Klíčová slova

SEO, DZES, kukuřice, eroze, povrchový odtok, sediment

Doporučené zdroje informací

- BABALOLA, O.; OSHUNSANYA, S. O.; ARE, K. Effects of vetiver grass (*Vetiveria nigriflora*) strips, vetiver grass mulch and an organomineral fertilizer on soil, water and nutrient losses and maize (*Zea mays*, L) yields. *Soil and Tillage Research*, 2007, 96.1-2: 6-18.
- PROCHÁZKOVÁ, Eva, et al. The impact of the conservation tillage "maize into grass cover" on reducing the soil loss due to erosion. *Soil & Water Research*, 2020, 15.3.
- WISCHMEIER, Walter H.; SMITH, Dwight David. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Department of Agriculture, Science and Education Administration, 1978.

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Jana Kalibová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra plánování krajiny a sídel

Elektronicky schváleno dne 15. 2. 2024

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 20. 2. 2024

prof. RNDr. Michael Komárek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 14. 03. 2024

Abstrakt:

Diplomová práce se zabývá tématem pěstování kukuřice seté (*Zea mays L.*) na silně erozně ohrožených půdách. V rešeršní části se věnuje problematice erozí, protierozních opatření, technologiím pěstování kukuřice, včetně vazby na aktuálně platnou legislativu.

V praktické části je zdokumentováno měření a výsledky k výzkumnému projektu QK22020053 „Podmínky pěstování kukuřice seté na silně erozně ohrožené půdě“, během kterého byla na pokusných plochách testována účinnost zvolené půdoochranné technologie pěstování kukuřice seté. Vyhodnocení je založeno na vyhodnocení objemu povrchového odtoku způsobeného přirozenou dešťovou srážkou a hmotnosti smyté zeminy z pokusné plochy, na níž byla kukuřice pěstována vybranou půdoochrannou technologií. Výsledky byly porovnány s kontrolní plochou, na níž byla kukuřice pěstována konvenčním způsobem.

Výstupy měření predikují možnost, že s využitím vhodně zvolených půdoochranných technologií by mohlo být pěstování kukuřice trvale udržitelné i na silně erozně ohrožených plochách.

Klíčová slova: SEO, DZES, kukuřice, eroze, povrchový odtok, sediment

Abstract:

The diploma thesis deals with the topic of growing corn (*Zea mays L.*) on soils threatened by erosion. In the research part it deals with the issue of erosion, anti-erosion measure, corn growing technologies, including the link to the currently valid legislation.

In the practical part, the measurements and results of the research project QK22020053 "Conditions for growing maize on highly erosive threatened soil" are documented, during which the effectiveness of the selected soil conservation technology of growing maize sativa was tested on experimental plots. The evaluation is based on the evaluation of the volume of surface runoff caused by natural rainfall and the weight of washed soil from the experimental plot on which the maize was grown using the selected soil protection technology. The results were compared with a control plot where maize was grown conventionally.

The results of the measurements predict the possibility that with the use of appropriately selected soil conservation technologies, maize cultivation could be sustainable even in areas at high risk of erosion.

Keywords: SEO, DZES, maize, erosion , surface runoff , sediment

Seznam použitých zkratk:

SEO – silné erozní ohrožení

MEO – mírné erozní ohrožení

NEO – nízké erozní ohrožení

DZES – dobrý zemědělský a environmentální stav

VÚMOP – výzkumný ústav meliorací a ochran půdy

DPB – díl půdního bloku

SPÚ – Státní pozemkový úřad

USLE – Universal Soil Loss Equation

MUSLE – Modified Universal Soil Loss Equation

SZP – společná zemědělská politika

ČÚZK – Český úřad zeměměřičský a katastrální

OBSAH:

1. Úvod	1
2. Rešerše	2
2.1 Eroze	2
2.2 Protierozní opatření	8
2.3 Kukuřice	10
3. Cíle práce	11
4. Metodika	12
4.1. Základní informace k projektu QK22020053	17
4.2. Legislativa	17
5. Praktická část	19
5.1 Zájmová lokalita	19
5.2 Opravy pokusných ploch	21
5.3 Sběr dat	27
5.3.1 Zaznamenání rýh po deštích	27
5.3.2 Vyčištění sedimentačních jímek, odběr sedimentu	40
5.3.2.1 Srážkoodtoková událost dne 10.6.2023	40
5.3.2.2 Srážkoodtoková událost dne 16.7.2023	44
5.3.2.3 Srážkoodtoková událost dne 2.9.2023	48
5.3.3. Práce v laboratoři	52
6. Diskuse	56
7. Závěr a přínos práce	58
8. Přehled literatury a zdroje	59
9. Seznam obrázků a grafů	62
10. Seznam rovnic, tabulek	64

1. Úvod

V České republice tvoří zemědělská půda více než polovinu území. Zemědělství je úzce spjato s možnostmi prostředí, zejména s klimatem a půdami v dané oblasti, na druhou stranu vlastnosti okolního prostředí významným způsobem ovlivňuje. Rostlinná produkce zahrnuje různé způsoby pěstování plodin, a to jak pěstování jednoletých plodin na polích, tak pěstování trvalých kultur, travních porostů (luk a pastvin), sadařství, vinařství, chmelařství. Z hlediska osevní plochy jsou nejvýznamnějšími plodinami pšenice, kukuřice, rýže a sója (Frouz & Frouzová, 2021).

Proč právě kukuřice? Kukuřice se dnes pěstuje v pěti světadílech. Po objevení Ameriky byla kukuřice rozšířena do celého světa a společně s pšenicí a rýží je nejdůležitější obilninou ve výživě lidí, dnes i významnou krmnou, průmyslovou a energetickou plodinou (Zimolka, 2008).

Podle Lapina (1954) spočívá národohospodářský význam kukuřice hlavně ve velkém množství produktů, které se vyrábějí z jejího zrna, slámy a palic. Kukuřice se pěstuje jako potravinářská, krmná a technická plodina. Svou výnosností zaujímá kukuřice první místo mezi obilninami. Kromě toho se výnosy kukuřice vyznačují značnou stálostí.

V České republice se pěstování kukuřice více rozšířilo až na začátku 20. století, zvláště se zaváděním hybridního osiva. Přitom, jak uvádí dále Zimolka (2008), převažují dva směry: kukuřice na zrno a kukuřice silážní.

Podle Krištína (1976) je kukuřice nejvýznamnější krmnou obilovinou teplejších oblastí. Kukuřice má na území bývalého Československa také nemalý význam i jako surovina pro škrobárenský, mlynářský a farmaceutický průmysl.

S ohledem na vysoké využití kukuřice v zemědělství, potravinářství, průmyslu jsou kladeny požadavky na rozšíření pěstování této plodiny i do jiných oblastí, kde mohou negativně působit na její pěstování půdní vlastnosti.

Jelikož zemědělské půdy je nedostatek, což může být ovlivněno i stále se rozšiřující výstavbou zejména v okolí velkých měst, je uvažováno s využitím dalších oblastí pro pěstování kukuřice, tedy i s možností pěstování kukuřice na erozně ohrožených půdách.

Půdní eroze je považována za hlavní hrozbu pro potravinovou bezpečnost a způsobuje škody v místě i mimo něj (Vogel, 2016).

Pěstování kukuřice nevhodnými zemědělskými postupy a na nevhodných stanovištích je spojeno se specifickými riziky degradace půdy, zejména v důsledku vodní eroze půdy (Menšík 2020).

Vodní eroze odstraňuje půdní živiny, půdní uhlík, a v extrémních případech může odstranit ornici úplně. Vodní eroze snižuje roční celosvětovou produkci kukuřice a pšenice o 8,9 milionů tun a 5,6 milionů tun (Carr, 2021).

Tato práce ve své teoretické části upřesňuje pojmy související s danou problematikou, tedy eroze, protierozní opatření, pěstování kukuřice. Dále jsou uvedeny informace k projektu QK22020053 „Podmínky pěstování kukuřice seté na silně erozně ohrožené půdě, který je podkladem pro téma této diplomové práce, informace k aktuální legislativě.

V praktické části je popsána osobní účast na výzkumném projektu QK22020053. Cílem projektu bylo vyhodnotit účinnost vybraných půdoochranných technologií a možnost pěstovat kukuřici na SEO plochách. Tato diplomová práce diskutuje dílčí výsledky z druhého roku řešení projektu a prezentuje výsledky terénních měření.

2. Rešerše

2.1 Eroze

Aby půda byla vhodná jako orná, musí mít nejen příznivé chemické a fyzikální vlastnosti, ale musí mít schopnost udržet si tyto vlastnosti během kultivace. Půd, které splňují všechny podmínky a jsou bez obtíží přímo využitelné jako orná půda, je málo. Představují 12 % všech půd na světě (Frouz & Frouzová, 2021).

Kvalita půdy je jedním ze základních faktorů ovlivňujících rostlinou produkci. Řada vlastností je dána faktory, které nemůžeme změnit – nadmořská výška nebo geologický substrát. Řadu dalších půdních vlastností můžeme významně ovlivnit způsobem jejich užívání. Jedna z nejvýznamnějších vlastností půdy je obsah organické hmoty, který řadou způsobů přímo či nepřímo ovlivňuje půdní úrodnost (Frouz & Frouzová, 2021).

V současné době stále na území ČR převládá intenzivní výroba na orné půdě. Změnou ekonomického trhu v posledním desetiletí orné půdy ubývá a roste podíl travních lesních ploch. Více než polovina půdy je ohrožena větrnou či vodní erozí a poškozena utužením či jiným typem degradace (Frouz & Frouzová, 2021).

Při setkání předních českých expertů na protierozní ochranu půdy dne 23.11.2022 ve svém projevu Marin Vrba, ústřední ředitel Státního pozemkové úřadu (SPÚ), řekl, že půda je jedním z nejcennějších přírodních bohatství každého státu a neobnovitelným přírodním zdrojem a je potřeba ji chránit (vumop.cz). Z prezentace, kterou zpracoval František Pavlík (SPÚ) o Monitoringu eroze v ČR, vyplývá, že do současnosti je na webovém portálu „Monitoring eroze zemědělské půdy“ evidováno přes 2567 erozních událostí. Předmětem monitoringu jsou projevy vodní eroze, větrné eroze a stékání. Pro potřeby monitoringu eroze zemědělské půdy jsou nahlašovány do aplikace na webových stránkách vumop.cz ([//me.vumop.cz/?core=account](https://me.vumop.cz/?core=account)) události, při kterých dojde k poškození zemědělského půdního fondu, zejména odnosu půdy. Tyto události mohou být způsobeny vlivem dlouhodobého nevhodného hospodaření nebo mohou nastat po větších srážkoodtokových událostech.

Eroze je dalším negativním vlivem na půdu silně ovlivněnou zemědělskou praxí. Eroze je komplexní proces, zahrnující rozrušování půdního povrchu, transport a sedimentaci uvolněných půdních částic působením vody, větru, ledu a jiných tzv. erozních činitelů. Je to přirozený proces, který se vyskytuje i v člověkem nezasažených přírodních ekosystémech (Frouz & Frouzová, 2021), nicméně lidé vše svým chováním urychlili, proto je eroze zásadní problém, který se musí řešit.

Podle Škalouda (1974) je na území bývalého Československa půdní fond poměrně malý a nedostačující. Možnosti rozšiřování půdního fondu jsou nepatrné, naopak se každoročně tento fond znehodnocuje a ubývá. Na znehodnocování mají vliv různé přirozené činitele i hospodářské činnosti, např. výstavba, vylučování velkého množství škodlivých exhalátů z průmyslových podniků, sídlišť aj. Ve snaze zabránit nadměrným ztrátám a znehodnocování půdy přijala vláda v roce 1966 Zákon o ochraně zemědělského půdního fondu. K omezení znehodnocování půdy přírodními činiteli a k trvalému zlepšování přírodních a výrobních podmínek se dělají různá opatření, která se zahrnují pod společné označení meliorace. Mezi základní meliorační opatření se zahrnuje ochrana půd proti erozi a úprava vodního režimu v půdě.

Větrná eroze

Větrná eroze je jev méně významný než vodní eroze. Je typická pro aridní oblasti, nicméně se může vyskytnout i na vysychavých pozemcích mírného pásma. Vzniká unášením částic půdy větrem. Její vznik podporuje velká velikost pozemků, slabý

nebo žádný vegetační kryt, absence překážek pro pohyb větru, jako jsou lesíky, stromořadí, větrolamy atd.

Sněhová eroze

Voda zůstává v zimě dlouho stát na povrchu půdy nebo přeřínuje po jejím povrchu. Erozní působení vody z tajícího sněhu je intenzivnější a v relativně krátkém čase může dojít k rychlému odtoku velkého množství vody se značnou potenciální erozí a transportní kapacitou (Janeček a kolektiv, 2002).

Vodní eroze

Je u nás významnější. Je dána kinetickou energií vody pohybující se po svahu, který může unášet a odnášet z pozemku částičky půdy (Frouz & Frouzová, 2021).

Spočívá v rozrušování zemského povrchu dešťovými kapkami a povrchovým odtokem a podle formy se dělí na erozi plošnou, rýhovou, výmolovou a proudovou. Čím je plocha svahu rovnější, tím jsou podmínky pro soustřeďování vody menší. Avšak ani dokonale urovnaný povrch nemůže zabránit soustřeďování vody na svahu do rýžek, a proto se dá plošná eroze těžko oddělit od rýžkové (Janeček a kolektiv, 2002).

Příčiny vzniku zrychlené eroze, eroze způsobená člověkem jeho hospodařením, jsou v ČR specifické a souvisí s intenzifikací zemědělské výroby. Ta začala kolektivizací a následným scelováním malých polí do velkých ploch. Zemědělské půdě škodilo nejen zacházení minulého režimu, ale nesvědčí jí ani současné hospodaření. Nastavení podmínek v rámci zemědělské dotační politiky, které jsou realizované prostřednictvím DZES, jsou zatím v boji proti erozi půdy nedostatečně účinné (SPÚ, 2018).

Stupeň eroze závisí na tvaru a sklonu svahu pozemku, na porostu, na struktuře půdy a na způsobu zpracování (Škaloud, 1974).

Vodní eroze je považována za jeden z nejzávažnějších degradačních procesů vyskytujících se na zemědělské půdě. Při nevhodném způsobu hospodaření na erozně ohrožených zemědělských plochách dochází k odnosu půdy při každém větším dešti. V erodovaném materiálu je obsaženo velké množství živin, které následně v půdě chybí. Půda se tak postupně v důsledku erozí stává méně úrodnou (Kincl a kol 2020).

Míru unášené půdy můžeme kvantifikovat např. pomocí Rovnice 1 - USLE (Universal Soil Loss Equation):

$$G = R * K * L * S * C * P$$

Rovnice 1 – USLE (univerzální rovnice ztráty půdy)

kde:

G – průměrná dlouhodobá ztráta půdy ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)

R – faktor erozní účinnosti deště, vyjádřený v závislosti na kinetické energii, úhrnu a intenzitě erozně nebezpečných dešťů ($N \cdot ha^{-1}$)

K – faktor erodovatelnosti půdy, vyjádřený v závislosti na textuře a struktuře ornice, obsahu organické hmoty v ornici a propustnosti půdního profilu ($t \cdot h \cdot MJ^{-1} \cdot cm^{-1}$), resp. po úpravě ($t \cdot N^{-1}$)

L – faktor délky svahu, vyjadřující vliv nepřerušené délky svahu na velikost ztráty půdy erozí (bezrozměrný – poměr smyvu ke smyvu na jednotkovém pozemku délky 22,13 metrů)

S – faktor sklonu svahu, vyjadřující vliv sklonu svahu na velikost ztráty půdy erozí (bezrozměrný – poměr smyvu ke smyvu na jednotkovém pozemku sklonu 9 %)

C – faktor ochranného vlivu vegetace, vyjádřený v závislosti na vývoji vegetace a použité agrotechnice (bezrozměrný – poměr smyvu ke smyvu na jednotkovém pozemku s trvalým úhorem)

P – faktor účinnosti protierozních opatření (bezrozměrný) (Janeček 2012)

Ztráta půdy erozí tedy závisí na intenzitě deště, kterou nemůžeme ovlivnit. Dále závisí na sklonu svahu – čím strmější svah, tím větší potenciál pro erozi. Sklon svahu je obtížné měnit, neuvažujeme-li o budování teras, které je technologicky i finančně značně náročné. Dále eroze závisí na délce nepřerušného svahu – čím delší svah, tím větší eroze. Bariérou může být vegetace s velkým půdoochranným vlivem nebo třeba vsakovací pás, mělký příkop sledující vrstevnici, kde se voda zastaví a vsákne. Faktor erodovatelnosti půdy souvisí s tvorbou půdních agregátů. Půdní agregáty podporují odolnost proti erozi, protože jsou větší než základní půdní částice, a je tím pádem těžší je odplavit. Voda, která se vsákne, místo aby tekla po povrchu, nemá tak intenzivní erozní působení. Naopak faktory, které zhoršují vsakování vody do půdy, jako například zhutnění, erozi podporují. Na ochranném vlivu vegetace se podílí

několik spolupůsobících příčin. Listy vegetace zadrží část deště (intercepce), anebo alespoň zbrzdí rychlost padajících kapek a tím omezí erozní působení deště. Ze stejného důvodu i půda pokrytá opadem odolává erozi lépe než půda bez opadu. Vegetace a opad na povrchu půdy zvyšují drsnost povrchu, čímž zpomalují rychlost tekoucí vody a omezují její erozní působení. Navíc kořeny rostlin drží půdu pohromadě, takže není tak snadné ji odplavit. Působení vegetace můžeme ostatně za určitých okolností řadit mezi protierozní opatření. Z uvedeného je patrné, že plocha souvisle porostlá vegetací jako louka nebo les je za jinak podobných podmínek k erozi daleko méně náchylná než holá půda bez vegetace. Vzhledem k tomu, že oraná pole jsou bez vegetace značnou část roku, jsou náchylnější k erozi více než např. louky (Frouz & Frouzová, 2021)

Za předpokladu, že se podaří vytvořit uspokojivý vegetační kryt, neexistuje žádný důvod, proč by vegetace sama o sobě nemohla kontrolovat vodní erozi i na těch nejstrmějších svazích. Pouze tam, kde z důvodu půdy nebo klimatu nelze dosáhnout uspokojivého vegetačního pokryvu nebo kde je třeba kontrolovat i jiné procesy než vodní erozi, by mělo být nutné doplnit vegetaci o další strukturální opatření (Morgan and Rickson, 2005).

I způsob orby významně ovlivňuje erozi. Nejvíce erozi podporuje orba po spádnicí, která v době vegetace vytváří ideální podmínky pro akceleraci povrchového odtoku směrem ze svahu. Při orbě po vrstevnici, záleží na tom, kam je při orbě odklápěna zemina. Je-li odklápěna dolů po svahu, pak ve své podstatě pomáháme erozi posouvat půdu z kopce dolů, naopak odklápíme-li nahoru, posouváme půdu směrem do kopce. Potřebujeme tedy pluh, který má dvě řady radliček, a můžeme s ním odklápět půdu stále stejným směrem (Frouz & Frouzová, 2021).

Použitím Rovnice 1 lze stanovit dlouhodobou průměrnou roční ztrátu půdy z pozemku vodní erozí. Rovnici nelze použít pro kratší než roční období ani pro zjištění ztráty půdy erozí způsobené jednotlivými dešti nebo otokem z tajícího sněhu (Janeček a kolektiv, 2002).

Tam, kde jsou zemědělské pozemky hlavním zdrojem splavenin, lze pro jejich odhad použít upravenou univerzální rovnici, tzv. MUSLE (Rovnice 2) – Modified Universal Soil Loss Equation (Janeček a kolektiv, 2002):

$$G = 11,8(O_{pH} * Q_{pH})^{0,56} * K * L * S * C * P$$

Rovnice 2 – MUSLE, Modified Universal Soil Loss Equation

kde:

G – transport splavenin z přívalového deště (t)

O_{pH} – objem přímého odtoku (m^3)

Q_{pH} – velikost kulminačního průtoku ($m^3 \cdot s^{-1}$)

K, L, S, C, P – modifikované faktory USLE

V polovině 70. let teoretický rozvoj v oblasti hydrauliky povrchového odtoku, infiltračních teorií, mechanismu erozních procesů atd. a v neposlední řadě i rozvoj výpočetní techniky umožnily přechod o empirických postupů k řešení erozního jevu jako dynamického procesu proměnného v prostoru a čase. Tento přístup vedl k prudkému rozvoji metod tzv. simulačních modelů erozního procesu (Janeček a kolektiv, 2002).

Simulační modely vodní eroze a transportu půdních částic jsou založeny na zjednodušeném matematickém popisu fyzikálních procesů. Erozní proces se skládá ze tří navazujících dílčích procesů Jde o uvolnění a transport půdních částic deštěm a povrchovým odtokem a o následné ukládání transportovaných částic při poklesu transportních kapacity povrchového odtoku (Janeček, 2012).

Morgan (2005) uvádí tyto matematické modely:

Model WEPP (Water Erosion Prediction Project) je procesně orientovaný model navržený tak, aby nahradil univerzální rovnici ztráty půdy pro rutinní hodnocení eroze půdy. Lze jej aplikovat na plochy do velikosti cca 260 ha. Modely berou v úvahu klima, půdy, topografii, management a podpůrné postupy.

Model GUESS (Griffith University Erosion Sedimentation System) je matematický model, který simuluje procesy eroze a ukládání podél svahu. Model se dělí od modelu WEPP v rozdělení povrchové půdy na dvě části – na tu, která je původní půdou a má určitý stupeň soudržnosti, a na tu, která obsahuje nedávno oddělený materiál bez soudržnosti.

Model EUROSEM (European Soil Erosion Model) je navržený pro výpočet transportu, eroze a depozice nad zemským povrchem během bouře. Lze jej aplikovat na jednotlivá pole nebo na malá povodí. Ve srovnání s jinými modely EUROSEM explicitně simuluje erozi včetně transportu vody a sedimentu do rýh, čímž umožňuje ukládání po cestě.

Důsledkem eroze půdy je změna fyzikálních vlastností půdy, zejména struktury, textury, objemové hmotnosti, vodní kapacity, pórovitosti, infiltrační schopnosti, příznivé hloubky pro vývoj kořenů aj. Vlivem eroze dochází ke vzniku kvantitativním změnám fyzikálních vlastností, tak i ke změnám vzájemných vztahů mezi jednotlivými půdními vlastnostmi (Janeček a kolektiv, 2002).

V ČR je téměř 50 % zemědělsky využívaných ploch ohroženo vodní erozí. Širokořádkové plodiny se často pěstují na pozemcích ohrožených vodní erozí bez jakýchkoliv protierozních opatření (Menšík, 2018).

2.2 Protierozní opatření

Podle Janečka (2002) o použití jednotlivých způsobů ochrany rozhoduje jejich účinnost, požadované snížení smyvu půdy a nutná ochrana objektů při respektování zájmů vlastníků a uživatelů půdy, ochrany přírody, životního prostředí a tvorby krajiny.

Hlavním účelem opatření na ochranu půdy před vodní erozí je:

- chránit půdu před účinky dopadajících kapek deště
- podporovat však vody do půdy
- zlepšovat soudržnost půdy
- omezovat unášecí sílu vody a soustředěného povrchového odtoku
- neškodně odvádět povrchově odtékající vodu a zachycovat smytou zeminu

Protierozní opatření představují soubor opatření organizačního, agrotechnického a stavebního charakteru, který by měl být na zemědělských pozemcích, resp. v krajině podle konkrétních přírodně-hospodářských podmínek vhodně uplatňován v zájmu zachování půdy, a to jako výrobního prostředku zemědělství i jako základní složky životního prostředí (Hůla, 2003).

Kromě prioritní funkce protierozních opatření – omezování ztrát půdy – ovlivňují podle Hůly (2003) tato opatření i vodohospodářské poměry v krajině tím, že:

- snižují objem povrchového odtoku a velikost kulminačních průtoků, vznikajících v malých povodích v důsledku intenzivních přivalových dešťů
- mění směr občasné a náhle se vyskytující povrchové odtoky
- přispívají k zvýšení vlhkosti půdy a k zlepšování kvality povrchové vody

Protierozní účinek organizačních opatření je založen na rozdílné půdoochranné funkci pěstovaných plodin a kultur. Čím hustší porost a čím déle na pozemku existuje, tím lépe chrání půdu před erozí a tím více snižuje povrchový odtok. Protierozní opatření organizačního charakteru zahrnují rozmísťování plodin v rámci speciálních

protierozních osevních postupů, pásové střídání plodin na pozemcích, ochranné zatravnování, jakož i komplexní pozemkové úpravy realizované podle půdně-morfologických podmínek území (Hůla, 2003).

Do agrotechnických protierozních opatření řadíme především tzv. obdělávání, zahrnující celou řadu technologických postupů vyznačujících se ponecháním alespoň 30 % posklizňových zbytků na povrchu půdy. Protierozní účinek agrotechnických opatření je založen na uplatnění ochranných technologií pěstování plodin, které zvyšují jejich nedostatečnou půdoochrannou funkci. Stavebně technická protierozní opatření zahrnují terénní urovnávky, meze, terasy a terasové dílce, svěrné, svodné a záchytné příkopy a průlehy, ochranné hrázky a protierozní nádrže. Ochranná funkce těchto opatření je založena na snížení erozního účinku proudící vody zmenšením sklonu, zkrácením délky povrchového odtoku po pozemku, jeho usměrněním a neškodným odvedením, popř. zachycením, včetně smyté zeminy (Hůla, 2003).

Základním opatřením upravujícím podmínky pro růst rostlin na orné půdě je kultivace půdy. Během pěstování rostlin probíhá kultivace zpravidla ihned po sklizni předchozí plodiny (podmítka). Následuje na podzim střední nebo hluboká orba, pak příprava pozemku před setím nebo výsadbou a po výsadbě může u některých plodin docházet ke kultivaci ještě během vegetace. Podmítka je mělká orba, která následuje po sklizni plodin zanechávajících strniště. Jejím cílem je překlopit nebo rozrušit několik vrchních centimetrů půdy, resp. přerušit půdní kapilaritu v povrchové vrstvě půdy. Tím se zabrání vztlínání půdní vody směrem k povrchu a sníží se její ztráta výparem (Frouz & Frouzová, 2021).

Pěstované rostliny by měly přinášet přiměřený zisk a co nejmenší podnikatelské riziko. Je třeba přizpůsobit výběr plodin místním půdním a klimatickým podmínkám. Podle toho, do jaké míry jsou půdy ohroženy erozí, lze osevní postupy upravit i jako půdoochranné s větším podílem jetelovin a jetelotrav v osení postupu. Dalším opatřením, které může pomoci snižovat degradaci půdy a zlepšovat její kvalitu, je použití meziplodin. Meziplodiny se sejí, je-li v osevním postupu dostatečný prostor mezi dvěma po sobě jdoucími plodinami. Zkracují dobu, po kterou je půda nechráněna vegetací, a produkují organickou hmotu, která je před setím další plodiny zapracována do půdy a slouží k doplnění půdní organické hmoty. Omezené rozrušování půdního povrchu a minimální narušování půdních agregátů snižuje riziko eroze a vede k většímu zadržení uhlíku a vody v půdě a potažmo v celé krajině (Frouz & Frouzová, 2021).

2.3 Kukuřice

Celosvětově patří kukuřice společně s pšenicí a rýží mezi tři nejvýznamnější plodiny. Bez ohledu na široké možnosti uplatnění této plodiny, jsou evidovány dva základní způsoby využití: na zrno a na siláž. Z globálního pohledu převažuje pěstování kukuřice na zrno, v České republice vzhledem ke klimatickým podmínkám jsou větší plochy věnovány kukuřici na siláž (Brant, 2020).

Za nejvhodnější oblast pěstování kukuřice na zrno je možné označit lokality s průměrnou roční teplotou 9 až 10 °C a 16,5 až 17 °C za vegetační období duben až září. V těchto vhodných oblastech musí být roční srážky vyšší než 500 mm, z toho alespoň 300 mm v průběhu vegetačního období. Doporučená meziřádková vzdálenost je 70 – 75 cm (Zimolka a kol, 2008).

Plochy kukuřice na zrno v posledních letech vzrůstají, naopak plochy kukuřice na siláž se v souvislosti se snižováním stavů skotu snižují. Kukuřice je většinou v osevním postupu zařazována mezi dvě obilniny, v menším rozsahu je pěstována po sobě nebo po okopaninách. V poslední době se rozšiřují minimalizační technologie i u kukuřice. V zemědělské praxi jsou minimalizační technologie používány především u hustě setých obilovin, dále u kukuřice, olejnin, luskovin, a dokonce i cukrovky. U kukuřice pěstované po obilninách na erozně ohrožených půdách jsou jako příklad minimalizační technologie navrženy dva postupy: podmínka, výsev vymrzající meziplodiny, aplikace neselektivního herbicidu, setí do umrtveného porostu meziplodiny; a druhá varianta – podmínka, náhrada orby kypřením do 0,20 m, výsev vymrzající meziplodiny, aplikace neselektivního herbicidu, setí do umrtveného porostu meziplodiny (Hůla a kol., 2004).

Pěstované kultivary kukuřice patří k druhu *Zea mays*. Jedná se o statnou, 1-3 m vysokou travu pěstovanou na zrno, které se nachází v charakteristických palicích, nebo se sklízí zelená na senáž či siláž. Většina pěstovaných kultivarů jsou hybridy (Frouz & Frouzová, 2021).

Podle Zimolky (2008) je systém zpracování půdy a s ním související zakládání porostů důležitou složkou pěstebních technologií všech plodin. U kukuřice je v současnosti možné využít jak tradiční technologie zpracování půdy orbou, tak minimalizační technologie (převládají postupy s mělkým, případně středně hlubokým zpracováním půdy kypřením radličkovým nebo talířovým nářadím na podzim a mělkým kypřením před setím) bez použití orby. Správné založení porostu kukuřice je jedním ze základních předpokladů dosažení vysoké produkce a kvality všech variant využití.

U kukuřice pěstované po obilninách na erozně ohrožených půdách je vhodné použití technologie s výsevem kukuřice do vymrzající meziplodiny. Při pěstování kukuřice po kukuřici a okopaninách přicházejí v úvahu technologické postupy s mělkým zpracováním půdy na podzim, zapravením minerálních hnojiv mělkým zpracováním půdy na jaře a setím kukuřice secím strojem se současným podpovrchovým zapravením NP (dusík, fosfor obsahující) tuhých nebo kapalných hnojiv (Hůla a kol, 2004).

Širokořádkové plodiny, především kukuřice a cukrová řepa, poskytují nejmenší ochranu proti erozi půdy. Z poloprovozních sledování a ze zahraničních zkušeností vyplynuly různé možnosti protierozní ochrany (Janeček a kolektiv, 2002):

- výsev ochranné podplodiny v pásech a meziřadí
- setí kukuřice do mulče
- setí kukuřice do celoplošně kypřené přemrzlé meziplodiny a ponechaných rostlinných zbytků
- přímé setí kukuřice přesným secím strojem a kotoučovými secími botkami do přemrzlé meziplodiny a ponechaných rostlinných zbytků
- setí kukuřice do přemrzlé meziplodiny a ponechaných rostlinných zbytků s rotačním kypřením výsevného řádku

Z důvodů ochrany půdy před erozí a vod před znečištěním se nesmí pěstovat kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója, slunečnice nebo čirok na zemědělských pozemcích se sklonitostí převyšující 7 stupňů, jejichž jakákoliv část se nachází ve vzdálenosti menší než 25 m od útvaru povrchových vod (NV 262/2012 Sb.).

3. Cíle práce

Tato práce se věnuje technologiím, které by umožnily pěstování kukuřice na svažitých pozemcích.

Cílem práce je porovnat účinnost vybraných půdo-ochranných technologií pro pěstování kukuřice na SEO plochách.

Srovnání bude vycházet z terénního měření, během kterého bude zaznamenávána odtoková odezva a ztráta půdy způsobená povrchovým odtokem ze tří pokusných ploch osetých kukuřicí dle různých technologií. Tato práce je přímo navázána na výzkumný projekt č. QK22020053 „Podmínky pěstování kukuřice seté na silně erozně ohrožené půdě“.

4. Metodika

V rámci projektu QK22020053 „Podmínky pěstování kukuřice seté na silně erozně ohrožené půdě“ byly založeny velkoparcelní pokusné plochy na erozně ohroženém pozemku na území obce Petrovice, katastrální území Skoupý (772241).

Výběr lokality podléhal následujícím kritériím: přímý svah s možností vymezit stejně velké plochy orientované cca 1° spádu vůči vrstevnicím, s možností vedení povrchového odtoku do nejnižšího bodu parcely, kde se nachází sedimentační jímka.

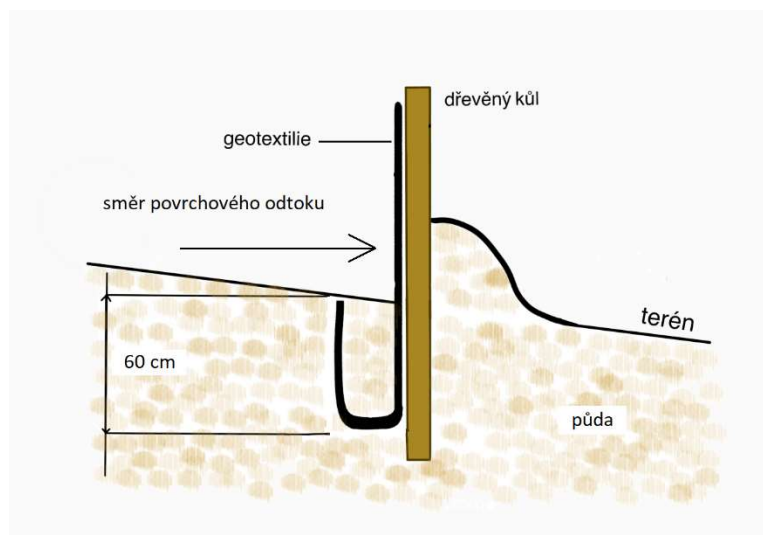
Výzkum probíhal na třech parcelách o rozloze 70 x 80 m. Parcely byly umístěny na svahu vedle sebe dle výše uvedeného spádu vůči vrstevnicím (obrázek 1).



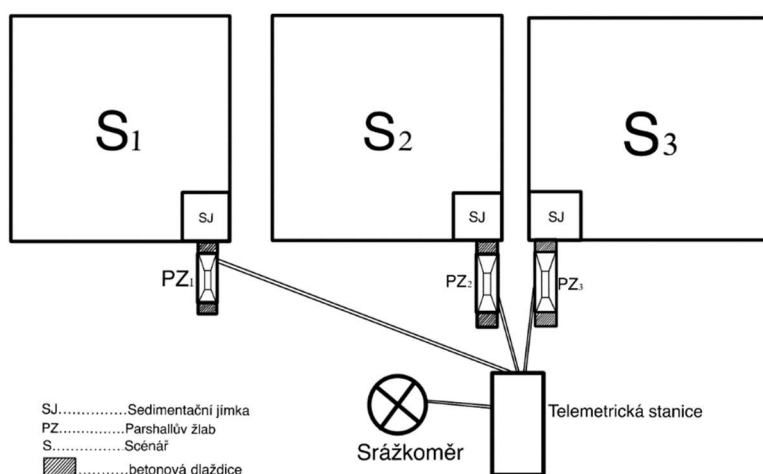
Obrázek 1 - zájmová lokalita, posuzované parcely srážkoodtokových událostí osazené konvenčním způsobem a s půdoochrannými technologiemi, zdroj Kalibová, 2022

V předešlém roce daného projektu (2022) byly v lokalitě založeny parcely, ve spodní části byly parcely vymezeny svodnou geotextilií metodou „silt-fence“ – viz obrázek 2, což zajistilo směrování povrchového odtoku do sedimentačních jímek.

Na obrázku 3 je znázorněno schéma technologického vybavení pokusné lokality o třech parcelách, kde S1 je konvenční způsob pěstování kukuřice, S2 – půdoochranná technologie meziplodina jílek, S3 – půdoochranná technologie meziplodina žito a jetel inkarnát.



Obrázek 2 - vymezení spodní části parcely metodou silt-fence, zdroj Kalibová, 2022



Obrázek 3 - schéma technického vybavení pokusné lokality, zdroj Kalibová, 2022

V předmětné lokalitě jsou za pomoci ombrografu monitorovány dešťové srážky, pomocí Parshallových žlabů je sledován průtok povrchového odtoku. V sedimentačních jímkách je sledováno množství sedimentu.

Sedimentační jímka (obrázek 4) je kvádr o rozměrech 3 x 3 m. Hloubka jímky v místě napojení na Parshallův žlab je 30 cm, směrem do svahu stoupá. Stěny jímky jsou vymezeny stavebními prkny fixovanými dřevěnými kůly, které jsou zatlučeny do země v rozích jímky. Stěny a dno jsou pokryty nepropustnou geotextilií, která je ke stěnám

jímky fixována sponkovací pistolí. Horní strana stěny jímky lícuje s úrovní terénu tak, aby povrchový odtok nezatékal za prkna.



Obrázek 4 - sedimentační jímka, zdroj vlastní

Napojení Parshallova žlabu (obrázek 5) na vymežovací „silt-fence“ zajišťují plechy umístěné stejně jako geotextilie „silt-fence“ 60 cm pod zem.

K záznamu dat slouží telemetrická stanice, která je s Parshallovými žlaby a ombrografem propojena kabelovým vedením uloženým 60 cm pod zemí.

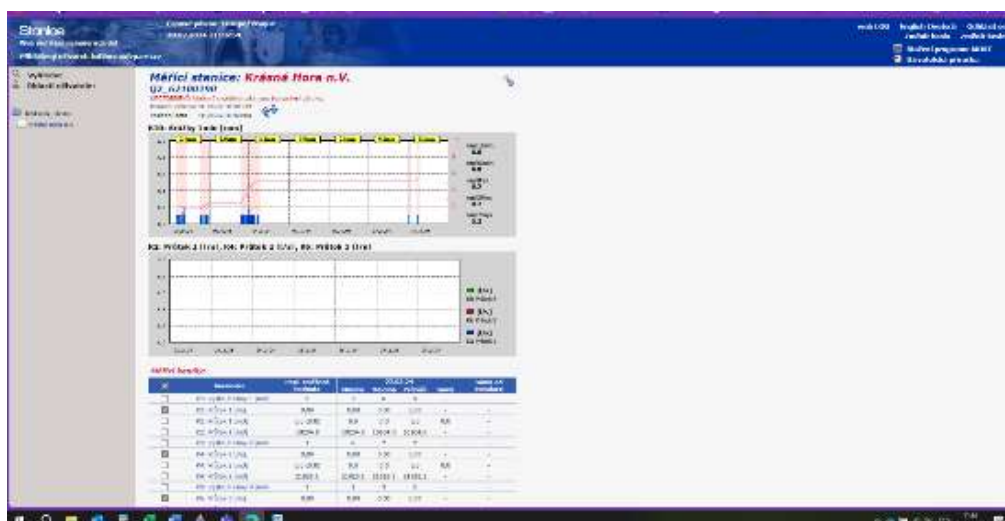
Na jednotlivých plochách byly založeny konvenční a půdoochranné varianty pěstování kukuřice. Plochy jsou průběžně monitorovány z hlediska srážko-odtokových událostí. Parcela S1 slouží jako kontrolní, je osazena kukuřicí konvenčním způsobem. Na druhé (S2) a třetí (S3) parcele byla kukuřice seta s využitím půdoochranných technologií (Kalibová, 2022).

Osev kukuřice v roce 2023 byl proveden v květnu, po vrstevnici.



Obrázek 5 - napojení Parshallova žlabu na silt-fence, zdroj vlastní

V rámci monitoringu srážko-odtokové události je kromě srážky sledován objem povrchového odtoku. Záznam je přenášen na server //stanice.fiedler-magr.cz/index.php, stanice Krásná Hora nad Vltavou. Na obrázku 6 je k dispozici ukázka online záznamu dat z webu stanice.fiedler-magr.cz.



Obrázek 6 - ukázka online záznamu dat - zdroj stanice.fiedler-magr.cz

Po zjištěných srážkách je nutný výjezd na lokalitu a zde osobně provést odběr sedimentu. V jímce zachycená voda se nechá odpařit, nebo se odčerpá čerpadlem, případně kbelíkem. Po odpaření nebo odebrání vody je z jímky odebrán veškerý splavený sediment po přívalové srážce. Kromě odběru vody a sedimentu je provedena očista okolí sedimentační jímky, odklizeny splavené nečistoty, vytrhán plevel v okolí jímky, zejména pod její spodní částí, a v okolí Parsahllova žlabu. Žlab je vyčištěn.

Při řešení této diplomové práce byla pro stanovení závěrů využita hmotnostní metoda.

Sediment se sbírá kbelíkem. Každý kýbl s vybraným sedimentem se zváží a je zaznamenána celková hmotnost sedimentu v jednotlivých jímkách. Ze sebraného sedimentu z každé jímky se odebral menší vzorek (cca 0,5 – 1 kg). Z daného vzorku poté byl vybrán vzorek pro sušení, pro gravimetrické stanovení půdní vlhkosti.

Analýza probíhala v laboratoři ČZU. Sušení trvalo 24 hodin, při teplotě 105 °C.

Z hmotnosti sedimentu odebraného z jímky je pak odečtena hmotnost vody a lze stanovit celkovou hmotnost zeminy smyté povrchovým odtokem z dané přívalové srážky.

Vlhkost byla stanovena v procentech dle obsahu vody a celkové hmotnosti vzorku před vysušením (Rovnice 3):

$$w = m_w / m_d * 100\%$$

Rovnice 3 – váhová (hmotnostní) vlhkost

kde

w – váhová (hmotnostní) vlhkost (%)

m_w – hmotnost vody ve vzorku (g)

m_d – hmotnost vysušeného vzorku (g)

Jedná se o poměr hmotnosti vody ve vzorku k hmotnosti pevné fáze - hmotnosti vysušeného vzorku (ceg.fsv.cvut.cz).

Účinnost dané technologie je poté vyhodnocena na základě porovnání hodnot smyvu zeminy z parcely S1 – konvence s parcelou S2 – jílek.

Sediment je z jímky vybírán po každé srážce, při níž byl Parshallovými žlaby zaznamenán povrchový odtok o minimální výšce 5 mm a době trvání 15 minut. Nižší hodnoty mohou být způsobeny např. hmyzem či větrem navátými rostlinnými zbytky.

4.1 Základní informace k projektu QK22020053

Praktická část diplomové práce navazuje na projekt „Podmínky pěstování kukuřice seté na silně erozně ohrožené půdě“. Cílem projektu je vyvinout a ověřit takové technologické postupy, které by umožnily pěstování kukuřice na silně erozně ohrožené půdě a byly zároveň využitelné v rámci standardu DZES 5. U výsledných technologií musí být zaručena dostatečná protierozní účinnost a rovněž musí přispívat k zadržování vody v krajině v důsledku vyšší infiltrace srážkové vody do půdy. Dále bude řešena výnosová stabilita a kvalita produkce s využitím jako krmiva pro hospodářská zvířata nebo tvorbu bioplynu. Pro komplexní posouzení budou vyhodnoceny provozní náklady technologií, které mají prověřit racionalitu použití zvolených postupů. Projekt si klade za cíl nabídnout hospodařícím subjektům bezpečnou a stabilní možnost pěstování kukuřice na výrazně sklonitých pozemcích. Záměrem je synchronizovat činnosti takovým způsobem, aby mohlo být dosaženo cílů projektu (Ministerstvo zemědělství, 2021).

4.2 Legislativa

Základní podmínky hospodaření na zemědělské půdě stanovují tzv. pravidla podmíněnosti (Cross compliance), která kromě půdy řeší témata vody a krajiny. Plnění standardů dobrého zemědělského a environmentálního stavu (DZES) půdy je v České republice podmínkou pro vyplácení přímých podpor a dalších vybraných dotací. Cílem zavedení zásad správné zemědělské praxe a celého systému kontroly podmíněnosti je tedy dosažení funkčního, trvale udržitelného systému zemědělství (eagri.cz, Zásady správné zemědělské praxe při hospodaření s půdou).

Standardy DZES vztahující se k tématu půda jsou:

- standard 4 – minimální pokryv půdy
- standard 5 – minimální úrovně obhospodařování půdy k omezení eroze
- standard 6 – zachování úrovně organických složek půdy, včetně zákazu vypalování stnišť

Dle Zásady správné zemědělské praxe při hospodaření s půdou (eagri.cz) v rámci DZES 5, žadatel na ploše dílu půdního bloku označené v evidenci půdy jako půda:

- a) silně erozně ohrožená vodní erozí zajistí, že se nebudou pěstovat erozně nebezpečné plodiny kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója, slunečnice a čirok; porosty ostatních obilnin a řepky olejně na takto označené ploše budou zakládány s využitím půdoochranných technologií; v případě ostatních obilnin nemusí být dodržena podmínka půdoochranných technologií při zakládání porostů pouze v případě, že budou pěstovány s podsevem jetelovin, travních nebo jetelotravních směsí,
- b) mírně erozně ohrožená vodní erozí zajistí, že erozně nebezpečné plodiny kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója, slunečnice a čirok budou zakládány pouze s využitím půdoochranných technologií.

Podmínky podle písmen a) a b) nemusí být dodrženy na ploše, jejíž celková výměra nepřesáhne výměru 0,40 ha zemědělské půdy z celkové obhospodařované plochy žadatelem za předpokladu, že směr řádků erozně nebezpečné plodiny je orientován ve směru vrstevnic s maximální odchylkou od vrstevnice do 30 stupňů a pod plochou erozně nebezpečné plodiny se nachází pás zemědělské půdy o minimální šíři 24 m, který na erozně nebezpečnou plodinu navazuje a přerušuje všechny odtokové linie procházející erozně nebezpečnou plodinou na erozně ohrožené ploše, a na kterém bude žadatelem pěstován travní porost, víceletá pícnina nebo jiná než erozně nebezpečná plodina.

V novém období SZP (Společná zemědělská politika) je kladen důraz na posílení podmínek tzv. Zelené architektury a tím i na posílení podmínek standardů DZES (Podmínky standardů dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy v novém období SZP, eagri.cz).

Rámec pro standardy DZES je pro nové období SZP stanoven Přílohou III nařízení EU č. 2021/2115. Na základě tohoto rámce každý členský stát Unie upraví standardy hospodaření tak, aby zohledňovaly specifické podmínky v členském státě jako jsou půdní a klimatické podmínky, stávající situace v zemědělství, používané zemědělské postupy, velikost a struktura zemědělských podniků a využití půdy v daném členském státě.

DZES 5 - Obhospodařování půdy způsobem, který snižuje riziko degradace půdy a eroze, včetně zohlednění sklonu svahu – podmínka standardu DZES, která zůstává, přechod podmínky ze současného standardu DZES 5.

S účinností od 1.1.2020 byla v ČR zavedena podmínka omezení pěstování monokultur na maximálně 30 ha souvislé plochy prostřednictvím standardu DZES 7d – viz nařízení vlády 48/2017 Sb. - Nařízení vlády o stanovení požadavků podle aktů a standardů dobrého zemědělského a environmentálního stavu pro oblasti pravidel podmíněnosti a důsledků jejich porušení pro poskytování některých zemědělských podpor.

Na DPB (díl půdního bloku) s druhem zemědělské kultury standardní orná půda se nesmí vyskytovat souvislá plocha jedné plodiny na více než 30 ha. Za souvislou plochu jedné plodiny jsou v rámci dílu půdního bloku považovány plochy oseté nebo osázené touto plodinou, které nejsou od sebe navzájem viditelně odděleny ochranným pásem osetým píceňkami nebo plodinami pro ochranný pás podle § 14 odst. 4 nařízení vlády č. 50/2015 Sb., o minimální šířce 22 m nebo plochou jiné plodiny o minimální šířce 110 m.

Při hospodaření na zemědělské půdě jsou pozemky rozděleny podle stupně erozního ohrožení na typy – SEO (půda silně erozně ohrožená). MEO (mírně erozně ohrožená půda) a NEO (erozně neohrožená půda).

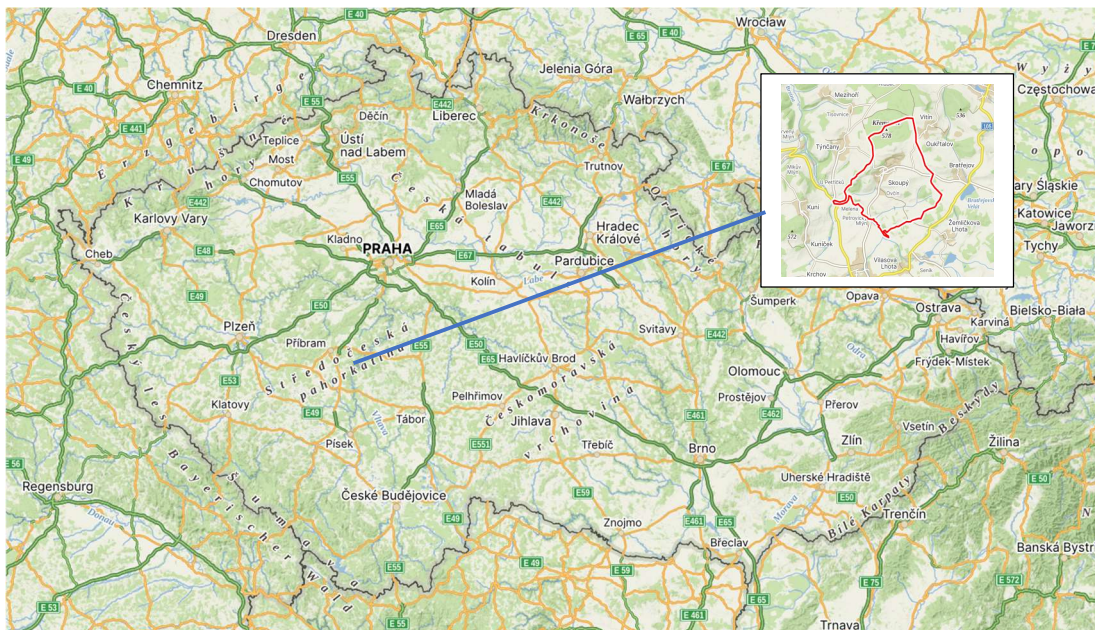
Cílem standardu DZES 5 je ochrana půdy před vodní erozí. Protierozní ochrana půdy je řešena stanovením požadavků na způsob pěstování vybraných plodin (kukuřice, brambory, řepa, bob setý, slunečnice) na SEO a MEO plochách.

5. Praktická část

5.1 Zájmová lokalita

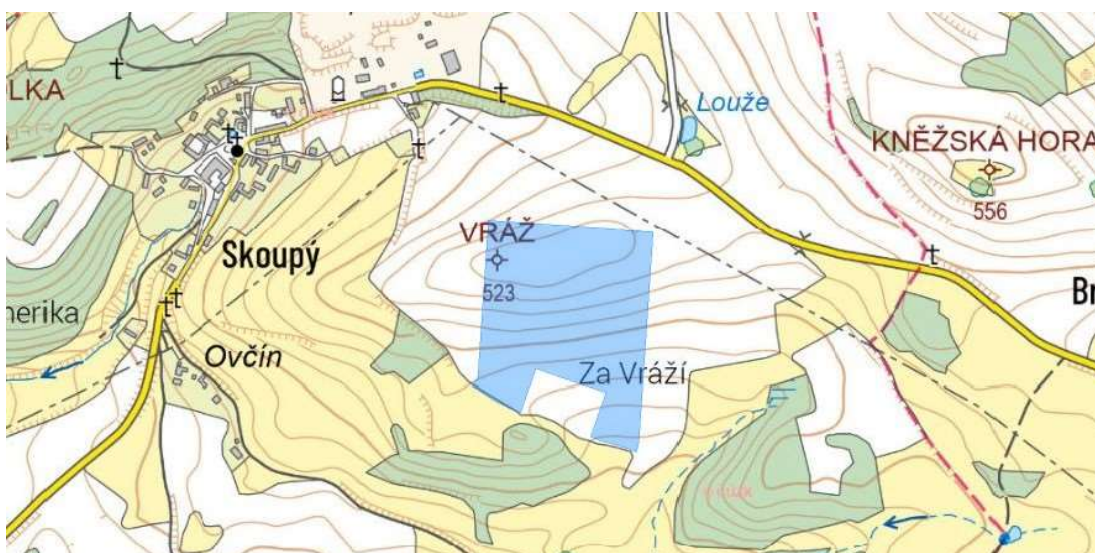
Jak byl již výše uvedeno, práce probíhaly na pozemku na území obce Petrovice, katastrální území Skoupý (772241) – obrázek 7, okres Příbram (49.5765108N, 14.3537778E), Středočeský kraj.

Obec Skoupý je malá vesnice, nachází se přibližně 2,5 km severně od Petrovic.



Obrázek 7 - zájmová lokalita, zdroj mapy.cz

Pokusná lokalita se nachází na pozemku parc.č. 867 v k.ú. Skoupý, oblast Vráž – obrázek 8. Nejvyšší nadmořská výška lokality, kde se nachází výzkumná políčka, je 523 m n.m. Zájmová lokalita je na svahu.



Obrázek 8 - zájmová lokalita, zdroj cuzk.cz

5.2. Opravy pokusných ploch

Před zahájením prací na této (druhé) fázi projektu bylo zjištěno, že došlo k porušení sedimentačních jímek a svodné textilie, které byly instalovány v první fázi, tedy v roce 2022. Při šetření v lokalitě v dubnu a počátkem května 2023 byly zjištěny, jak je znázorněno na obrázku 9 a 10, různé závady, např. díry nebo roztržení svodné textilie, byla poničena geotextilie v sedimentačních jímkách, došlo k poškození napojení svodné textilie na Parshallův žlab.



Obrázek 9 - poškození jímky a napojení na svodnou textilii, zdroj Gregar, Petrů



Obrázek 10 - poškození svodné textilie, zdroj Gregar, Petrů

Závady na jímkách a svodné geotextilii musely být opraveny, což vedlo k tomu, že měření bylo zahájeno později.

Následné kontroly v květnu 2023 potvrdily, že meziplodina vzchází, kontrola 18.5.2023 potvrdila, že byla již zaseta i kukuřice.

Dne 25.5.2023 bylo v lokalitě provedeno šetření, při kterém byla provedena oprava sedimentačních jímek a svodné textilie.



Obrázek 11 - stav jímky č. 2 při příjezdu na lokalitu - zdroj vlastní

Na obrázku 11 je zdokumentován stav jímky, konkrétně jímky č. 2, po příjezdu na lokalitu. Ze všech tří sedimentačních jímek byly odstraněny staré a potrhání textilie, jímky byly vyčištěny od přebytečného sedimentu. Bylo upraveno okolí sedimentačních jímek, vytrhán plevel v jímce a jejím okolí. Poté byla do jímky vložena nová geotextilie. Dále byla upravena svodná textilie pod všemi třemi parcelami.

Na obrázku 12 lze vidět již opravenou jímku, upravené okolí sedimentační jímky, vyčištěný Parshallův žlab a část opravené svodné textilie.

Další úprava svodné textilie a lokality byla provedena po deštích v červnu, konkrétně v termínu 28. – 29. 6.2023.



Obrázek 12 - sedimentační jímka po opravě - zdroj vlastní



Obrázek 13 - stav parcely č. 1 - zdroj Daniel Špírek



Obrázek 14 - výška sedimentu u svodné textile - zdroj Daniel Špírek

Na obrázku 13 je zdokumentován stav svodné textile pod parcelou č. 1 po deštích v červnu 2023, na obrázku 14 je viditelná výška sedimentu splaveného u svodné textile na parcele č. 1, kde je zasetá pouze kukuřice bez půdoochranné technologie.

S ohledem na poškození svodné geotextilie byla vyhloubena nová rýha pomocí rýhovače Vermeer RTX200 pro odvod srážkového odtoku (obrázek 15).



Obrázek 15 - rýhování - zdroj Daniel Špírek

Při opravě lokality dne 28. – 29.6.2023 byly vyfrézovány i dvě „odkláněcí“ rýhy pro odvod vody (obrázek 16) a případného sedimentu mimo oblast svodnou pro sedimentační jímky (prostory mezi parcelami 1 a 2), aby nedošlo k dalšímu případnému poškození vlivem velkých přívalemých srážek.



Obrázek 16 - svodné rýhy po 2. opravě lokality – zdroj vlastní

Opravy v lokalitě probíhaly ve spolupráci se členy řešitelského týmu projektu QK22020053 FŽP – Ing. Jana Kalibová, Ph.D., Ing. Jan Petrů, Ing. Jan Gregar, Ph.D., a studentů – Daniel Špírek, Petr Nulíček, Radka Štujová.

Kontrola stanovišť po deštích, výběr sedimentu, oprava sedimentačních jímek a sběr materiálu, zápisy a podklady pro deník v průběhu dané části projektu pro zpracování diplomové práce probíhal v součinnosti s Petrem Nulíčkem. Stejně tak fotodokumentace byla pořizována společně.

Sebrané materiály, fotodokumentace a informace v deníku jsou společné pro všechny zpracovatele tohoto projektu.

5.3 Sběr dat

5.3.1 Zaznamenání rýh po deštích

Sběr dat v lokalitě proběhl ve 3 různých termínech po přívalových deštích.

První výjezd na lokalitu byl dne 17.6.2023. Po příjezdu na lokalitu byly nejprve zaznamenány erozní rýhy na parcelách nad jednotlivými jímkami. Byla pořízena fotodokumentace, byly zaznamenány hloubky rýh, vzdálenosti mezi rýhami.



Obrázek 17 - zakres rýh na parcele č. 1 - zdroj cuzk.cz, 2024

Na obrázku 17 jsou zaznamenány erozní rýhy na parcele č. 1. Silnější čáry znázorňují hlubší a širší – významnější – rýhy. Významnějších rýh bylo 9, ve většině případů byly hluboké a široké na šířku pásma, které bylo použito jako měřicí pomůcka. Průměr kotouče pásma je 23 cm. Zásadní rýhy byly pouze na parcele č. 1 (rýhy přímo nad sedimentační jímkou, a dále 2 rýhy ve vzdálenosti cca 7 m od prvních 4 rýh, a pak rýhy na konci parcely č. 1). Na parcele 2 byly 2 významnější rýhy přibližně uprostřed parcely, na parcele 3 byly dvě, ne moc hluboké rýhy (viz obrázky 18 a 19).



Obrázek 18 - rýhy parcela 2 - zdroj cuzk.cz, 2024



Obrázek 19 - rýhy parcela 3 - zdroj cuzk.cz, 2024

Nad parcelou č. 1 začínají erozní rýhy hned na přechodu mezi parcelou 1 a 2. Rýhy vedou směrem k jímce.

Nad parcelami je vyjeta přístupová cesta, kde bylo ponecháváno auto. Na této cestě a nad ní je směs vojtěšky. Ve vojtěšce jsou viditelné koleje od těžké techniky (obrázek 20).



Obrázek 20 - rýhy od techniky nad přístupovou cestou - zdroj vlastní

Od těchto kolejí se za přechodem mezi parcelami 1 a 2 tvoří 4 erozní rýhy, které začínají hned pod směskou vojtěšky (obrázek 21).



Obrázek 21 - erozní rýhy pod kolejemi od techniky - zdroj vlastní

Mezi rýhou 1 a 2 je vzdálenost 5,5 m. Rýha č. 1 je opticky vlevo od jímky, rýha č. 2 přímo nad jímkou.

Pod kolejemi od techniky se tvoří 4 erozní rýhy, začínají hned pod vojtěškou. Ve vzdálenosti přibližně 11 m směrem k jímce je hloubka rýh přibližně 10 cm (obrázek 22).



Obrázek 22 - rýha č.1 ve vzdálenosti 11 m od hrany parcely na ploše S1 - zdroj vlastní

Rýha č. 2 se od hrany směsky rozmělnuje, zdvojuje, spojuje (obrázek 23).

Rýha č. 3, přibližně 2 m od rýhy č. 2, je z pohledu shora opticky vpravo od jímky.



Obrázek 23 - rýha č. 2 nad jámkou 1, parcela 1 - zdroj vlastní

Rýha č. 4 je vzdálena 3,5 m od jámky č. 3

Rýhy č. 1, 3 a 4 mají ve vzdálenosti 17 m od horního okraje parcely č. 1 hloubku 23 cm (k poměření bylo použito měřicí pásmo, průměr pásma je 23 cm– obrázek 24)



Obrázek 24 - měření hloubky rýh - zdroj vlastní

Přibližně ve vzdálenosti 7 m od rýhy č. 4 jsou další dvě rýhy. Opět vystupují ze směsky vojtěšky nad přístupovou cestou, přibližně metr nad hranou políčka. Jejich hloubka je přibližně 5 cm. Nad parcelou v těchto místech jsou opět viditelné koleje od techniky. Každých přibližně 5 m jsou drobné erozní rýhy hloubky 3 – 5 cm, které se směrem dolů neprohlubují, až se ztrácejí – cca po 20 metrech od horní hrany parcely nad jímkou č. 1.

Ve 2. polovině parcely č. 1, na jejím západním konci, jsou pravidelné rýhy po cca 5 m, které se opět přibližně po 20 m od horní hrany parcely rozměňují nebo neprohlubují.

Poslední hluboká rýha je č. 7 (obrázek 25), která je cca 10 m od západního okraje parcely. Rýha se projevuje 5 m od hrany pole, není moc hluboká, ale prohlubuje se směrem dolů ke svodné textilií. Ve vzdálenosti 20 m od horní hrany parcel je rýha hluboká na polovinu šířky pásma, přibližně 11,5 cm.



Obrázek 25 - rýha č. 7, parcela 1 – zdroj vlastní

Další hluboké rýhy jsou č. 8 – 11 začínají přibližně 30 m od horní hrany parcely na jejím konci. Rýhy č. 8 je vzdálená cca 5 m od konce parcely, poslední 3 rýhy se spojují do jedné široké a hlubší rýhy, jsou svedeny do úvozu parcely, a směřují na její spodní roh.

Nejvíce sedimentu je u kraje parcely pod spojením úvozu a rýh č. 9 – 11 (obrázek 26).



Obrázek 26 - nános sedimentu pod rýhami 9 – 11, parcela 1 - zdroj vlastní



Obrázek 27 - nános sedimentu pod rýhou 5 - 6, parcela 1 - zdroj vlastní

Nános zeminy č. 2 odpovídá rýze č. 8. Nános zeminy č. 3 je pod rýhou 5 a 6, hloubka je přibližně 24 cm (obrázek 27).

Další významný smyv je ve spodní části mezi parcelami 1 a 2, zemina byla svedena do remízku.

Nános sedimentu pod parcelou č. 2 je významný u spodní hrany parcely 10 m od kraje (měřeno od sedimentační jímky č. 1). Smyv zeminy je zde do hloubky 25 cm.

Nad parcelou č. 2 je znatelnější zapojení meziplodiny zhruba od 19 řádku kukuřice (rozteč mezi řádky je 70 cm). V první třetině parcely, která sousedí s konvencí, chybí meziplodina na ploše 20 x 20 m. Respektive je zaseto, ale netvoří se zde komplexní plocha, není plně zapojeno agrotechnické opatření, jako ve zbývajících 2/3 parcely č. 2. Tím je v 1/3 parcely větší množství splaveniny (obrázek 28).



Obrázek 28 - splavená zemina pod parcelou 2 - zdroj vlastní

Po dalších 10 metrech dále směrem k sedimentační jímce č. 2 byl splach zeminy hluboký 18 cm.

Od bodu na obrázku č. 29 je podsev již téměř zapojen (směrem k sedimentační jímce č. 2)

Nad tímto bodem jsou rýhy minimálně viditelné, řádky podsevu znatelném místy ovšem žádný.



Obrázek 29 - viditelnost podsevu, parcela č. 2, blíže ke konvenci - zdroj vlastní



Obrázek 30 - viditelnost podsevu, parcela č. 2, nad sedimentační jímkou 2 - zdroj vlastní

Přibližně 35 m kraje směrem k jímce jsou dvě výraznější rýhy, ale nejsou tak hluboké, jako na parcele č. 1. Podsev je viditelný, není zcela zapojen, přesto je vidět, že může sloužit jako bariéra (obrázek 30).

Od bodu na obrázku 31 směrem na východ je podsev mnohem výraznější, zlom ve zvýšení množství vzrůstu meziplodiny je přibližně v polovině parcely.



Obrázek 31 - změna funkčnosti podsevu na parcele 2 - zdroj vlastní

Nejvýraznější rýha na parcele č. 2 je 15 m před jímkou č. 2, ovšem porost meziplodiny zvládá množství zeminy zadržet.



Obrázek 32 - výraznější podsev v polovině parcely č. 2 - zdroj vlastní

Rýha není moc hluboká, ale je širší. Významná je meziplodina, která jako opatření funguje, splav zeminy není veliký – hloubka je cca 10 cm.

Na severní hraně parcely, přibližně v její polovině, cca 11 m od severní hrany je výrazná rýha, širší, ale mělká (obrázek 32).

Jak vyplývá z obrázku č. 19, na parcele č. 3 byla jedna delší a jedna kratší, nehluboká rýha – viz obrázek 33.



Obrázek 33 - nejvýraznější rýha na severní hraně parcely 3 - zdroj vlastní



Obrázek 34 - rýha na parcele 3 - zdroj vlastní

Rýha je přibližně 10 m od východního okraje sedimentační jámky směrem k začátku parcely. Opět jsou viditelné koleje techniky ve směru z kopce dolů (Sever – jih). Hloubka rýhy je minimální, meziplodina je vzrostlá, ale slehlá.

Severní hrana parcely: spojnice vojtěška/parcely – široká rýha, cca 30 cm – rýha je cca 10 m od příjezdové cesty ze silnice, za zatáčkou (obrázek 34).

Splav zeminy začíná už od příjezdové cesty 5 m nad hranou

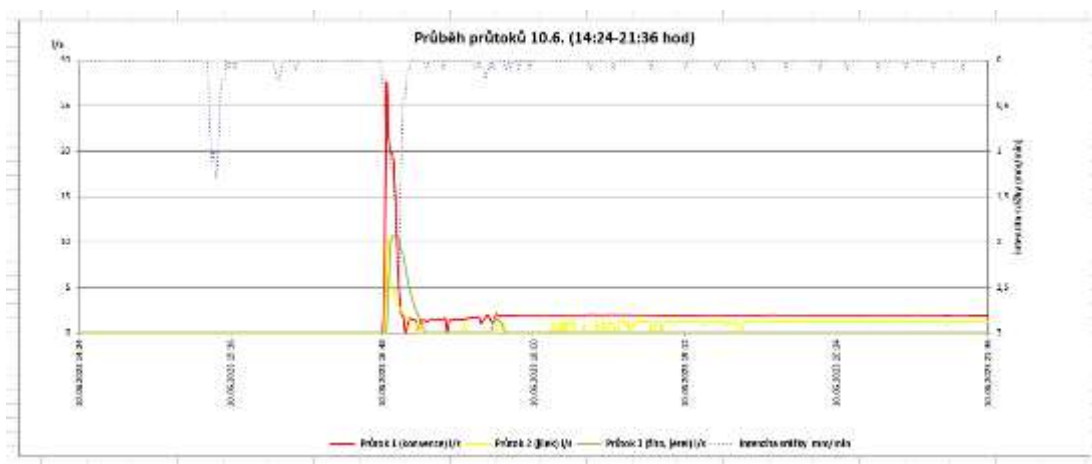
Kromě obiloviny jsou na horní hraně políčka i traviny (plevel, vojtěška), je zde hustší porost.

5.3.2 Vyčištění sedimentačních jímek, odběr sedimentu

Poté, co byly zdokumentovány rýhy a množství sedimentačního splavu u svodné geotextilie, bylo provedeno vyčištění sedimentačních jímek a okolí, a odebrán sediment pro laboratorní stanovení vlhkosti a následně hmotnosti.

5.3.2.1 Srážko-odtoková událost dne 10.6.2023

Zásadní pro sběr prvních dat byl déšť dne 10.6.2023



Graf 1 - průběh průtoků 10.6.2023

Přibližně v 16:00 hodin začalo vydatněji pršet. V 16:48 došlo k naplnění sedimentačních jímek a voda začala protékat přes Parshallovy žlaby. Největší průtok je dle předpokladu zaznamenán na parcele konvence, kde je pouze kukuřice setá bez půdoochranné technologie, tedy bez podsevu. Naopak podsev žita a jetele (parcely 3) začíná proti vodní erozi působit o několik minut později oproti jítku, ale zato s trvalým efektem.

S ohledem na nepříznivé počasí v dalších dnech byl možný výjezd na lokalitu pro sběr dat, jak již bylo výše uvedeno, až dne 17.6.2023.

Jelikož nebyla voda po deštích, které předcházely odběrům, samovolně odpařena, musela být vybrána pomocí kýblů z jednotlivých sedimentačních jímek. Poté byl vybrán za pomoci kýblů a ručního nářadí sediment z jednotlivých jímek. Sediment z každé jímky byl zvážen a vysypán na terén od jímek po směru dále ze svahu. Zároveň byl odebrán vzorek hlíny z každé jímky, přibližně 0,5 – 1 kg zeminy. Tento vzorek byl poté použit pro vážení v laboratoři.

Kukuřice je již vzrostlá přibližně do výšky 20 - 30 cm.

V sedimentační jímce č. 1, pod parcelou bez půdoochranné technologie, je různé patrné zastoupení různých zrnitostních frakcí s rozdílným zastoupením organické hmoty. Z jímky bylo vytěženo 1344 kg zeminy.

Na obrázcích 35 a 36 je náhled na sedimentační jímku č. 1 před a po vyčištění.



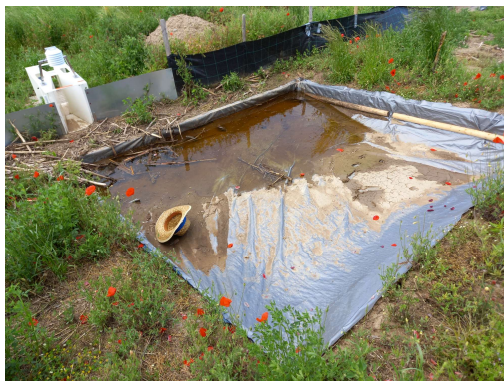
Obrázek 35 - jímka č. 1 před vyčištěním, zdroj vlastní



Obrázek 36 - vyčištěná a upravená jímka č. 1, zdroj vlastní

V sedimentační jímce č. 2 je voda. Půdoochranná technologie je částečně zapojena. Z části minimálně, na polovině parcely je vzrostlá a účinnější. Na vysušené části sedimentační jímky je max cm nebo 2 cm zeminy, ale ne po celé jímce. Splach na parcele č. 2 jde šikmo od jímky SZ směrem. Z jímky bylo vytěženo 34,5 kg zeminy.

Na obrázcích 37 a 38 je porovnání sedimentační jímky č. 2 před a po vyčištění.



Obrázek 37 - jímka č. 2 před vyčištěním - zdroj vlastní



Obrázek 38 - jímka č. 2 po vyčištění, zdroj vlastní

Jako meziplodina na parcele č. 3 je žito. Obilí je vzrostlé, ve spodních řádcích (přibližně 7 spodních řádků) je řidší, nebo polehlé od zeminy a vody (obrázek 39).



Obrázek 39 - vzrůst a hustota meziplodiny, parcela 3 - zdroj vlastní

Od 10 řádku od severní hrany je agrotechnika lepší, hustší a téměř zapojena. Obilí je zlomené a slehlé, z 90 % suché.

Svodná geotextilie ohraničující parcelu 3 je bez viditelných závad.

V sedimentační jímce 3 je velké množství vody. Vytěženo bylo 17 kg zeminy.

Na obrázcích 40 a 41 je srovnání sedimentační jímky č. 3 před a po vyčištění.

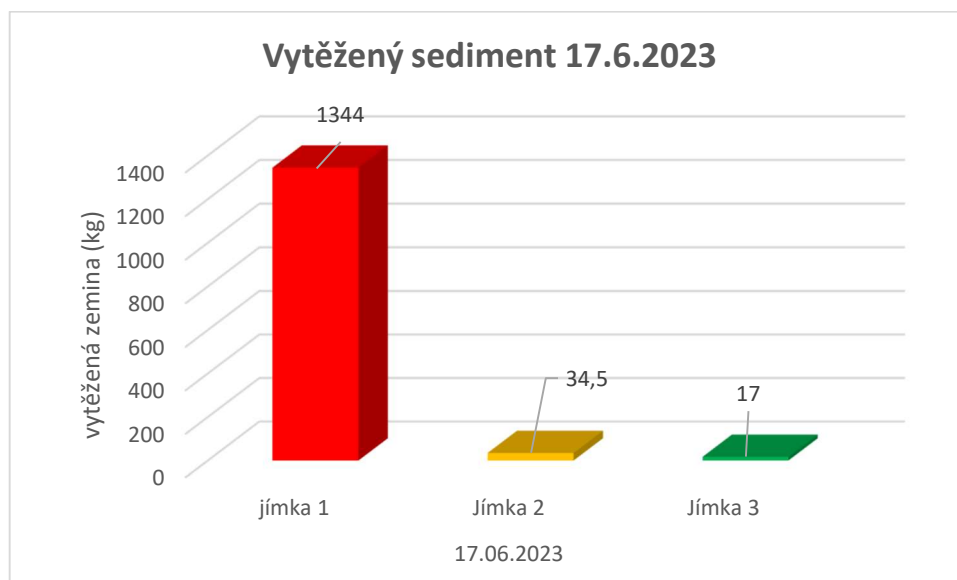


Obrázek 40 - jímka č. 3 před vyčištěním - zdroj vlastní



Obrázek 41 - jímka č. 3 po vyčištění - zdroj vlastní

Srovnání množství vytěženého sedimentu z jednotlivých sedimentačních jímek uvádí 2. graf.

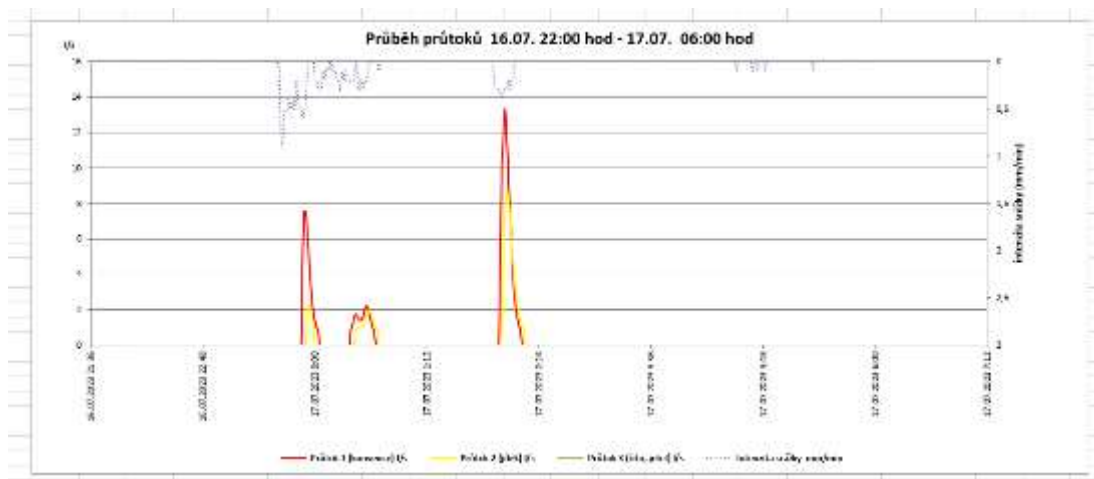


Graf 2 - množství vytěženého sedimentu 17.6.2023

Po prvním šetření v lokalitě a sběru dat se jako ideální meziplodina jeví obilovina, která jde „do slámy“, je v hrůbku, tedy vyvýšená. Dle všeho tvoří nejlepší bariéru.

5.3.2.2 Srážko-odtoková událost dne 16.7.2023

Další významný přívalový déšť byl 16.7.2023



Graf 3 - průběh průtoků 16.7.2023

Několik hodin před začátkem průtoků přšelo. Půda byla rozhodně vlhká, a proto lze konstatovat, že podsev žita s jetelem fungoval optimálně – hned od začátku intenzivnějších srážek další den. Tato kombinace se tedy osvědčila v červenci jako ideální. Průtok pod jílkem je oproti konvenci čtvrtinový. V dalších hodinách i jílek propouští více vody.

Kontrolní výjezd do lokality byl 18.7.2023. Po příjezdu do lokality byla opět nejprve ze všech tří sedimentačních jímek odebrána voda, následně byl za pomoci kýblů a lopat vybrán sediment, zvážen a odebrán vzorek do laboratoře. Plevel byl vytrhán pod sedimentační jímkou, kolem Parshallova žlabu, Parshallův žlab i jeho okolí bylo vyčištěno.

V sedimentační jímce byly kromě vody i 2 žáby (obrázek 42). Voda výrazně zapáchala. Zemina vytěžená z jímky 3 byla 7,2 kg.

V sedimentační jímce č. 2 bylo hodně vody, hodně bláta. Opět zde byla jedna žába, opět voda zapáchala. Vytěžená zemina ze sedimentační jímky č. 2 je 65,6 kg.

Na obrázku 45 je vidět výška hladiny, kde protékala voda Parshallovým žlabem, jak vysoko byla u pomocného plochu od svodné geotextilie.



Obrázek 42 - žáby v jímce 3 - zdroj vlastní

Plachta sedimentační jímky v horním rohu byla poškozena. S ohledem na možnosti na místě byla plachta povytažena přelepena několikrát univerzální lepicí páskou (viz obrázky 43, 44).



Obrázek 43 - poškození sedimentační jímky č. 2, zdroj vlastní



Obrázek 44 - oprava rohu sedimentační jímky univerzální páskou, zdroj vlastní

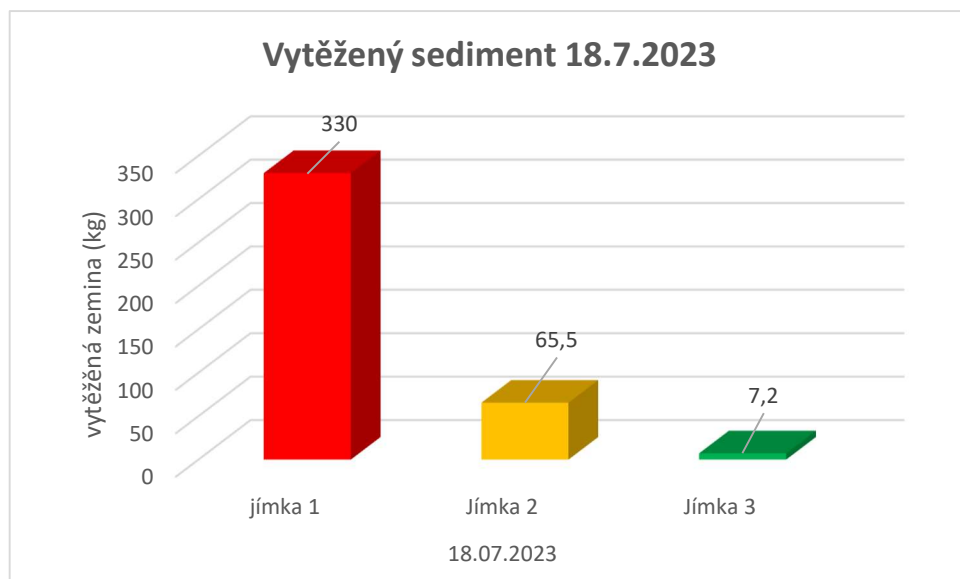


Obrázek 45 - výška hladiny vody, jímka č. 2 - zdroj vlastní

Sedimentační jímka č. 1 byla plná vody (obrázek 46), bez většího zápachu. V okolí jímky byly stopy zvěře. Zemina vytěžená z jímky č. 1 je 330 kg.



Obrázek 46 - sedimentační jímka č. 1 – zdroj vlastní



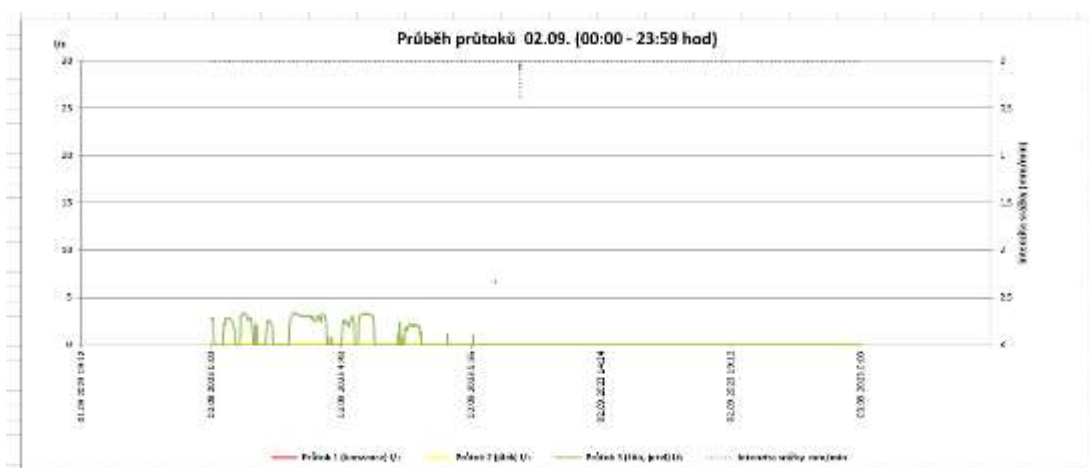
Graf 4 - množství vytěženého sedimentu 18.7.2023

V grafu č. 4 lze porovnat množství vytěženého sedimentu ze dne 18.7.2023 z jednotlivých sedimentačních jímek. Opět nejvíce zeminy bylo v jímce č. 1

V průběhu léta byly provedeny i další kontrolní výjezdy do lokality s ohledem na záznamy systému. 9.7.2023 byl proveden výjezd do lokality, jelikož záznam na žlabu ukazoval průtok. Na místě bylo zjištěno, že se jedná o chybu způsobenou nejspíše plevelem zasahujícím do žlabu. 30.7.2023 byla provedena vizuální kontrola, bazény byly poloprázdné. 31.7.2023 byl řešen ucpaný srážkoměr, bazény byly poloprázdné.

5.3.2.3 Srážko-odtoková událost dne 2.9.2023

Poslední výjezd do lokality byl v reakci na déšť 2.9.2023



Graf 5 – průběh průtoku 2.9.2023

Kukuřice na všech třech parcelách je zcela vzrostlá. Srážky lze hodnotit v zásadě pouze jako „mrholení“. Poté, co bylo okolí žlabu zbaveno plevelů (v dopoledních hodinách v sobotu 2. září), již následně nebyl zaznamenán žádný průtok.

U sedimentační jímky č. 3 jsou senzory částečně zarostlé plevely. Voda je v 1/3 bazénu, vizuálně celkem čistá, plachta není poškozena (obrázek 47).



Obrázek 47 - plevel u žlabu č. 3 - zdroj vlastní

Po vybrání vody byl vybrán sediment. Hmotnost sedimentu z jímky č. 3 je cca 1 kg. V okolí žlabu v okruhu 1,5 – 2 m byl vytrhán plevel, aby při větru nebylo působeno na čidlo a nebyl hlášen průtok.

Kukuřice je vzrostlá, žito je zaschlé, ale viditelné. Mezi kukuřicí s suchým obilím již není viditelný jetel, ale plevel.

Kukuřice je dle stop hojně navštěvována divokými prasaty. V kukuřici jsou polehy, zvalená stébla, sežrané palice.

Byla provedena vizuální kontrola srážkoměru. Na srážkoměru odpočívaly vosy, bez hnízda (obrázek 48).



Obrázek 48 - vosy na srážkoměru - zdroj vlastní



Obrázek 49 - porušení svodné geotextilie - zdroj vlastní

Sedimentační jímka č. 2 byla plná do poloviny. Voda částečně průhledná (méně než u jímky 3). Voda byla cca 5 cm od přepadu bazénu ke žlabu. Okolí Parshallova žlabu

bylo zarostlé pouze nízkým plevelem, následně bylo vypleto. Po odebrání vody byl vybrán sediment. Sedimentu bylo 12,3 kg. Plachta nebyla poškozena.

Kukuřice na parcele 2 byla dle okusu a stop navštěvována srnčí a dančí zvěří.

Hrůbky, kde původně byl jílek, jsou znatelné, jílek sám o sobě již nikoliv. Minimálně ve spodní části, tedy nad jímkami.

Sedimentační jímka č. 1 pod konvencí byla téměř bez vody. Jelikož hlína byla mokrá, musela voda vyschnout nedávno. Okolí žlabu bylo silně zarostlé vysokým plevelem, který se při větru opíral o žlab. Je tedy pravděpodobné, že mohl ovlivňovat senzor měření při větru a dešti.

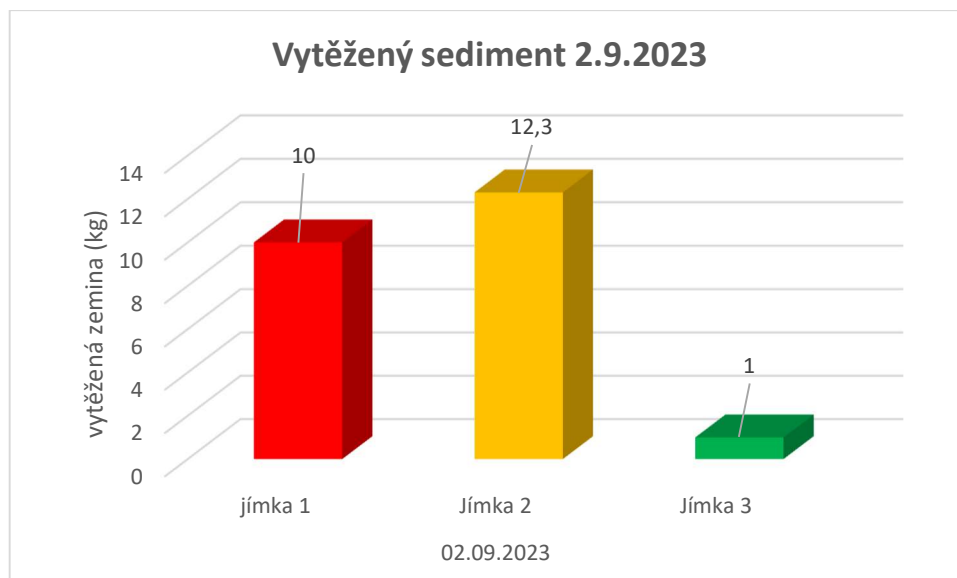
Svodná textilie byla porušena (obrázek 49).

Plevel kolem žlabu po celé spodní straně jímky a kolem jímky byl vyplet. Vybráno bylo 10 kg zeminy.

Kukuřice podle stop a okusu v různých výškách - opět navštěvována černou, srnčí a dančí zvěří (obrázek 50).



Obrázek 50 - stopy po zvěři - zdroj vlastní



Graf 6 – vytěžený sediment 2.9.2024

Z grafu č. 6 je zřejmé, že nejvíce sedimentu bylo tentokrát vytěženo z jímky č. 2.

5.3.3. Práce v laboratoři

Po vytěžení zeminy z jednotlivých jímek byl vždy odebrán vzorek zeminy o hmotnosti 0,5 – 1 kg. Z každého vzorku ze sedimentačních jímek byly v laboratoři (Erozně – sedimentologická laboratoř, FŽP, ČZU) následně odebrány 3 vzorky.

Vzorek ve váženec (obrázek 51) byl zvážen mokrý, vložen do sušičky (obrázek 52). Sušení probíhalo při 105 °C po dobu 24 hodiny. Poté byl opět zvážen vysušený sediment ve váženec.

Sušení v laboratoři proběhlo 27.6.2023, 19.7.2023, 4.9.2023. Po převozu z lokality byl vzorek sedimentu před odjezdem do laboratoře uchováván v chladu.



Obrázek 51 – váženky v sušičce, zdroj vlastní



Obrázek 52 - sušička vzorků, laboratoř FŽP - zdroj vlastní

Před každým vážením byla váha vycentrována (obrázek 53).



Obrázek 53 - vycentrovaná váha - zdroj vlastní

V tabulkách č. 1 - 3 jsou uvedeny hodnoty vytěžené zeminy z parcely č. 1-3, ze všech tří termínů výjezdů do lokality. Dále jsou v tabulkách uvedeny hodnoty zeminy před sušením a po sušení (hodnoty pouze zeminy, bez váženky). V dalších sloupcích je uvedena výsledná hmotnost vláhy vzorku v gramech a % hodnota vlhkosti vzorku, zjištěná pomocí rovnice 3. V tabulce č. 1 jsou hodnoty pro parcelu S1, v tabulce č. 2 hodnoty pro parcelu S2, v tabulce č. 3 jsou hodnoty naměřené pod parcelou S3. V posledních sloupcích v tabulkách jsou uvedeny hodnoty vytěžené zeminy z jednotlivých jímek v jednotlivých dnech v kg a po přepočtu (rovnice 3) suchý sediment v kg.

datum odběru zeminy na poli	mokrā zemina (g)	suchā zemina (g)	výsledná hmotnost vlāhy vzorku (g)	vlhkost vzorku (%)	vytēženā zemina (kg)	suchā zemina (kg)
17.06.2023	62,735	56,782	5,953	10,48395618	1 344	1213,6
	55,423	50,038	5,385	10,76182102		
	48,814	43,948	4,866	11,07217621		
18.07.2023	70,256	48,553	21,703	44,69960662	330	224
	64,642	43,938	20,704	47,12094315		
	59,779	39,639	20,14	50,80854714		
02.09.2023	60,982	47,634	13,348	28,02200109	10	7,7
	62,162	47,485	14,677	30,90870801		
	65,691	50,482	15,209	30,12757022		

Tabulka 1 – vyhodnocení parcely č. 1

datum odběru zeminy na poli	mokrā zemina (g)	suchā zemina (g)	výsledná hmotnost vlāhy vzorku (g)	vlhkost vzorku (%)	vytēženā zemina (kg)	suchā zemina (kg)
17.06.2023	50,779	28,915	21,864	75,61473284	35	19,9
	58,659	34,039	24,62	72,32879932		
	63,757	36,786	26,971	73,31865384		
18.07.2023	74,78	41,83	32,95	78,77121683	66	37,4
	60,753	34,943	25,81	73,86314856		
	72,93	42,337	30,593	72,26067034		
02.09.2023	55,847	24,202	31,645	130,7536567	12	5,2
	65,801	27,592	38,209	138,4785445		
	56,452	23,369	33,083	141,5678891		

Tabulka 2 - vyhodnocení parcely č.2

datum odběru zeminy na poli	mokrā zemina (g)	suchā zemina (g)	výsledná hmotnost vlāhy vzorku (g)	vlhkost vzorku (%)	vytēženā zemina (kg)	suchā zemina (kg)
17.06.2023	52,614	23,073	29,541	128,0327656	17	7,3
	41,491	18,173	23,318	128,3112309		
	32,295	13,333	18,962	142,2185555		
18.07.2023	66,388	32,763	33,625	102,6310167	7	3,6
	58,513	29,389	29,124	99,09830209		
	67,308	32,88	34,428	104,7080292		
02.09.2023	47,489	19,632	27,857	141,8958843	1	0,4
	46,26	18,322	27,938	152,4833533		
	52,667	22,253	30,414	136,6737069		

Tabulka 3 - vyhodnocení parcely č.3

Celková hodnota vytěženého sedimentu na parcele 1, konvence, bez půdoochranné technologie, je 1684 kg. Na parcele 2, tedy s využitím půdoochranné technologie jílek, je hmotnost sedimentu 112,30 kg, na parcele č. 3 s využitím technologie žito a jetel inkarnát je hmotnost celkově vytěženého sedimentu 25,2 kg. Zemina vytěžená ze sedimentačních jímek č. 2 a 3 tvoří přibližně 8 % toho, co bylo vytěženo ze sedimentační jímky č. 1.

6. Diskuse

Pro vyhodnocení budou v rámci této diplomové práce porovnávány hodnoty zjištěné na parcele s konvencí (S1) s hodnotami na parcele č. 2 (S2), tedy s půdoochrannou technologií jílek. Srovnání S3 s konvencí se věnuje ve své DP jiný člen řešitelského týmu – Petr Nulíček.

Jelikož nebylo zjištěno žádné zásadní poškození svodné textilie pod parcelou č. 2, jelikož nebylo zjištěno žádné zásadní poškození silt-fence textilie u sedimentační jímky č. 2, lze brát zjištěné hodnoty jako vypovídající. Sice došlo k drobnému poškození textilie v rohu sedimentační jímky č. 2, ale nebyl zjištěn žádný zásadní splav sedimentu pod textilií vlivem tohoto drobného poškození, které bylo hned po zjištění opraveno.

Veškeré opravy provedené v lokalitě se ukázaly jako funkční.

Jako zásadnější poškození po provedených opravách lze vyvozovat pouze poškození svodné textilie (viz obrázek 49), které bylo zjištěno při posledním šetření. S ohledem na to, že v lokalitě je posuzována kukuřice, že se jedná o klidnou lokalitu, lze předpokládat četný výskyt zvěře, která silt-fence textilií zřejmě poškodila. Jelikož poškozena byla svodná textilie u sedimentační jímky pod konvencí, kde je zřejmý velký objem splaveného sedimentu, nemá toto poškození zásadní vliv na závěrečné hodnocení.

Celkové množství vytěženého sedimentu z parcely S1 vlivem tří posuzovaných srážkoodtokových událostí je 1684 kg. Celkové množství vytěženého sedimentu z parcely S2 je 112,3 kg, což je 6,67 % sedimentu, který byl vytěžen na parcele S1. Dle tohoto závěru lze dovodit, že výsev kukuřice po vrstevnici, využití meziplodiny, která v části parcely nad jímkou byla již při prvním měření vzrostlá, lze použít jako variantu při pěstování kukuřice na SEO plochách.

Aplikací rovnice 3 dostaneme také hodnoty pro suchou zeminu. Celkový smyv zeminy do jímky z parcely S2 je 62,5 kg, celkový smyv zeminy z parcely S1 je 1445,3 kg -

viz tabulka 1, tabulka 2. Snížení ztráty půdy na parcele S2 po první srážkoodtokové události je o 98,4% nižší než u parcely s konvencí.

Po první srážko-odtokové události bylo zaznamenáno, že meziplodina nebyla vzrostlá po celé ploše parcely S2, což způsobilo smyv zeminy v rýhách, které se na parcele S2 vytvořily (viz obrázek 28). Tento sediment nebyl sveden do jímky, zůstal u svodné textilie.

Jílek jako meziplodina je určitě vhodný k použití na SEO plochách pro širokořádkové plodiny, pokud bude vzrostlý po celé ploše, která je potenciaálně zatížena erozí.

Tato práce prezentuje výsledky měření. Dle zjištěných hodnot při porovnání konvence a meziplodiny jílek lze konstatovat, že pěstování kukuřice na silně erozně ohrožených plochách by mohlo být prováděno za pomoci vhodné půdoochranné technologie, v tomto případně s meziplodinou jílek. Pozitivní vliv na tyto hodnoty, a tedy i závěry, lze přisuzovat i tomu, že setí bylo po vrstevnici, nikoliv po spádnici.

Pro další posouzení a potvrzení těchto závěrů je nutné ovšem prověřit i další opatření, například využití jiné techniky při setbě – jak bylo uvedeno dříve, lze vyvozovat, že vliv na rýhy v konvenci mají i viditelné koleje od těžké techniky nad parcelou č. 1.

Závěry našeho projektu mohou být porovnány s jinými projekty. Ve všech případech je zjišťováno, zda se dá díky danému řešení (technologii, postupu) dosáhnout snížení eroze. Zásadní proti našemu projektu bylo využití dešťového simulátoru, v rámci našeho projektu byl nutný výjezd do posuzované lokality vždy po významné dešťové srážce.

Ve studii Vliv konzervačního zpracování půdy „kukuřice do travního porostu“ na snížení ztráty půdy v důsledku eroze (Procházková, 2020) byla testována technologie ochrany půdy (strip-till do travního porostu). Vliv strip-till systému kukuřice na travní porost a snížení ztráty půdy erozí byl ověřen pomocí dešťového simulátoru. U tohoto projektu se jednalo o snížení ztráty půdy asi o 98% u strip-till ve srovnání s konvenční metodou.

V rámci další studie - Půdokonzervační efekt meziplodin v silážní kukuřici (Kincl, 2022) se pokoušeli zjistit vliv jednotlivých meziplodin a jejich směsí nebo směsných kultur na ztráty půdy a povrchový odtok. Při pokusu byl použit terénní dešťový simulátor. Závěrem studie vyhodnocovala, jaká meziplodina a jaká kombinace byla nejvhodnější pro snížení ztráty půdy a povrchový odtok.

Studie Snížení vodní eroze pomocí různých přístupů ke zpracování půdy pro kukuřici (Menšík, 2020) měla zhodnotit výnosové parametry, kvalitu píce a protierozní účinnost různých metod konzervačního zpracování kukuřice ve dvou oblastech s rozdílnými klimatickými a půdními podmínkami v ČR. Výsledky studie potvrdily předpoklad pozitivního vlivu zavádění a uplatňování nových agronomických postupů.

Dle závěrů této diplomové práce a výše uvedených studií lze konstatovat, že pokud bude použita vhodná meziplodina, její směsi nebo kombinace meziplodin, vhodný typ techniky při setí, vhodný postup pro zpracování půdy pro kukuřici, mohla by být kukuřice či jiné širokořádkové plodiny pěstovány na erozně ohrožených svazích tak, aby byla zajištěna očekávaná výnosnost pěstované plodiny a zároveň zajištěna minimalizace smyvu půdy.

7. Závěr a přínos práce

Tato práce řešila, jaké technologie by umožnily pěstovat kukuřici na svažitých pozemcích. Jako půdoochranné technologie pro pěstování kukuřice na SEO plochách byly využity na parcele č. 2 jílek, na parcele č. 3 žito a jetel inkarnát.

Cílem práce bylo ověřit formou terénního měření účinnost půdo-ochranných technologií pro pěstování kukuřice na SEO plochách.

V průběhu kontrol v lokalitě byly dvakrát provedeny zásadní opravy – první oprava byla provedena ještě před začátkem měření jako takového, jelikož bylo zjištěno, že došlo k zásadnímu poškození sedimentačních jímek a svodné textilie, které byly v lokalitě instalovány v prvním roce projektu. Další zásadní oprava v lokalitě byla provedena po první velké srážkoodtokové události.

Poté při jednotlivých kontrolách byly provedeny drobné úpravy měřicího vybavení, jako vytrhání plevele kolem Parshallových žlabů (plevel způsoboval chybný záznam), vyčištění žlabů, byl řešen ucpaný srážkoměr.

Z výsledků, které jsou v tuto chvíli na základě provedených měření v lokalitě k dispozici, lze konstatovat, že pokud bude využita vhodná meziplodina, může být ovlivněn objem povrchového odtoku, a tím ztráta zemědělské půdy.

Zásadním přínosem této práce je tedy konstatování, že při využití vhodné meziplodiny dojde ke snížení povrchového odtoku, k zadržení půdy v lokalitě, což by výhledově mohlo umožnit pěstovat kukuřici na SEO plochách.

8. Přehled literatury a zdroje:

Zdroje:

- [//cs.wikipedia.org/wiki/Skoupý_\(Petrovice\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Skoupý_(Petrovice))
- [//sgi-nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&MarWindowName=Marushka&MarQueryId=2EDA9E08&MarQParam0=94700445010&MarQParamCount=1](https://sgi-nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&MarWindowName=Marushka&MarQueryId=2EDA9E08&MarQParam0=94700445010&MarQParamCount=1)
- [//mapy.cz/zakladni?x=14.3472909&source=ward&id=11594&y=49.5774874&q=skoupý%2C%20petrovice&z=14&ds=1](https://mapy.cz/zakladni?x=14.3472909&source=ward&id=11594&y=49.5774874&q=skoupý%2C%20petrovice&z=14&ds=1)
- [//stanice.fiedler-magr.cz/index.php](https://stanice.fiedler-magr.cz/index.php)
- [//eagri.cz/public/portal/mze/dotace/kontroly-podminenosti-cross-compliance/aktuality](https://eagri.cz/public/portal/mze/dotace/kontroly-podminenosti-cross-compliance/aktuality)
- [//eagri.cz/public/portal/-q306871---BK4S7wzl/zasady-spravne-zemedelske-praxe-pri?_linka=a426641](https://eagri.cz/public/portal/-q306871---BK4S7wzl/zasady-spravne-zemedelske-praxe-pri?_linka=a426641)
- [//www.vumop.cz/predni-cesti-experti-na-protierozni-ochranu-pudy-se-setkali-v-praze](https://www.vumop.cz/predni-cesti-experti-na-protierozni-ochranu-pudy-se-setkali-v-praze)
- Monitoring eroze, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. [//me.vumop.cz/?core=account](https://me.vumop.cz/?core=account)
- SPÚ, 2018: Eroze smývá půdu z polí. Její centimetr však vzniká stovky i tisíce let. Státní pozemkový úřad, Praha: online: [//zitkrajinou.spucr.cz/puda/eroze-smyva-pudu-poli-jeji-centimetr-vznika-stovky-i-tisice-let](https://zitkrajinou.spucr.cz/puda/eroze-smyva-pudu-poli-jeji-centimetr-vznika-stovky-i-tisice-let)
- [//ceg.fsv.cvut.cz/vyuka/podklady-pro-studenty/220-lpg/nasakavost-vlhkost](https://ceg.fsv.cvut.cz/vyuka/podklady-pro-studenty/220-lpg/nasakavost-vlhkost)
- Vyhláška č. 240/2021 Sb., vyhláška o ochraně zemědělské půdy před erozí
- Nařízení vlády č. 48/2017 Sb., nařízení vlády o stanovení požadavků podle aktů a standardů dobrého zemědělského a environmentálního stavu pro oblasti pravidel podmíněnosti a důsledků jejich porušení pro poskytování některých zemědělských podpor
- Zákon č. 334/1992 Sb., zákon České národní rady o ochraně zemědělského půdního fondu
- Nařízení vlády č. 73/2023 Sb., o stanovení pravidel podmíněnosti plateb zemědělců, v platném znění
- Nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2021/2115 ze dne 2. prosince 2021, kterým se stanoví pravidla podpory pro strategické plány, jež mají být vypracovány členskými státy v rámci společné zemědělské politiky

(strategické plány SZP) a financovány Evropským zemědělským záručním fondem (EZZF) a Evropským zemědělským fondem pro rozvoj venkova (EZFRV), a kterým se zrušují nařízení (EU) č. 1305/2013 a (EU) č. 1307/2013

- SEO kukuřice 2023 – deník

Literatura:

- Brant V., autorský kolektiv, 2020 – Efektivní hospodaření s vodou a eliminace degradace půdy v pěstebních systémech kukuřice seté, Publikace Agrární komory České Republiky, ISBN 978-80-88351-13-9
- Carr T.W., Balkovič J., Dodds P.E., Folberth Ch., Skalský R, 2021 – The impact of water erosion on global maize and wheat productivity, Science Direct, Agriculture, Ecosystems & Environment, Volume 322, 1 December 2021
- Frouz, J. & Frouzová, J., 2021 – Aplikovaná ekologie, Univerzita Karlova, Praha, Nakladatelství Karolinum, ISBN 978-80-246-4577-3
- Hůla J., Procházková B., Kovaříček P. a kolektiv, 2004 – Minimalizační a půdoochranné technologie, Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha, ISBN 80-86884-01-5
- Hůla J., 2000 – Půdoochranné technologie zakládání porostů plodin (technika v půdoochranných technologiích), Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, ISBN 80-7271-060-5
- Hůla J., Janeček M., Kovaříček P., Bohuslávka J., 2003 – Agrotechnická protierozní opatření, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, ISSN 1211-3972
- Janeček M. a kolektiv, 2002 – Ochrana zemědělské půdy před erozí, ISV nakladatelství Praha, ISBN-85866-85-8
- Janeček M. a kol, 2012 – Ochrana zemědělské půdy před erozí, Metodika, Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha, ISBN 978-80-87415-42-9
- Kalibová J. Ing, Ph.D., Gregar J. Ing., Ph.D., Petrů J. Ing., Kincl D. Ing. - Podmínky pěstování kukuřice seté na silně erozně ohrožené půdě, 2022
- Kincl D., Formánek P., Vopravil J., Nerušil P., Menšík L., Janků J., 2022 – Soil-conservation effect of intercrops in silage maize, Soil & Water Research, Published June 20, 2022
- Kincl a kol, 2020 – Půdoochranné technologie pro pěstování kukuřice – účinnost před ztrátou živin vlivem vodní eroze, Ověřená technologie – vytvořeno v rámci řešení TH02030642 „Nové postupy v managementu

- zpracování půdy vedoucí ke znečištění vod z nevodových zdrojů“, TAČR, Poskytovatel výsledku: Výzkumný ústav meliorací a ochrana půdy, v.v.i, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i
- Kolektiv autorů, 2017 – Zakládání kukuřice seté do travních porostů na orné půdě s využitím půdoochranné technologie pásového zpracování půdy, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i, Praha, ISBN: 978-80-7427-264-6
 - Krištín J. a kolektiv, 1974 – Rostlinná výroba II, část speciální, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, publikace č. 2724
 - Lapin M. M., 1954 - Pěstování rostlin, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, Z ruského originálu M. M. Lapin, Rastenijevodstvo, vydané nakladatelstvím Selchozgiz v Moskvě 1951, přeložil kolektiv pracovníků vysoké školy zemědělské v Brně za vedení Ing. Lošákové, publikace č. 255
 - Menšík L., Kinc D. a kol., 2018 - Pěstování kukuřice seté půdoochrannými technologiemi, Příkladová studie Boskovická brázda a Středočeská pahorkatina, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i, ISBN 978-80-7427-288-2 a Výzkumný ústav meliorací a půdy, v.v.i, ISBN 978-80-87361-89-4, Praha
 - Menšík L., Kinc D., Nerušil P., Srbek J., Hlisnikovský L., Smutný V., 2020 – Water erosion Reduction Using Different Soil Tillage Approachers for Maize (Zea mays L.) in the Czech Republic, MDPI, Land, published 28 September 2020
 - Morgan R.P.C. and Rickson R.J., 2005 - Slope stabilization and Erosion Control, A Bioengineering Approach, Published by E & FN Spon, an imprint of Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London, UK, Taylor & Francis e-Library, ISBN 0-203-37471-1 (Adobe eReader Format)
 - Morgan R.P.C., 2005, Soil Erosion & Conservation, Blackell Csience Ltd., Blackwell Publishing Company, UK, ISBN 1-4051-1781-8
 - Novotný I. a kolektiv, 2017 - Příručka ochrany proti erozi zemědělské půdy, Ministerstvo zemědělství, ISBN 978-80-7434-362-9, a Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i, ISBN 978-80-87361-67-2
 - Procházková E., Kinc D., Kabelka D., Vopravil J., Nerušil P., Menšík L., Barták V., 2020 – The impact of the conservation tillage „maize into grass cover“ on reducing the soil loss due to erosion, Soil & Watter Research, Published September 30, 2020
 - Škaloud J. a kol, 1974 – Rostlinná výroba I, část obecná, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, publikace č. 2533

- Vogel E., Deumlich D., Kaupenjohann M., 2016 – Bioenergy maize and soil erosion – Risk assessment and erosion control concepts, Science Direct, Volume 261, 1 January 2016
- Zimolka J. a kol., 2008 – Kukuřice, hlavní a alternativní užitkové směry, Profi Press s.r.o., Praha, ISBN 978-80-86726-31-1

9. Seznam obrázků a grafů:

Obrázek 1 - zájmová lokalita - posuzované parcely srážkoodtokových událostí osazené konvenčním způsobem a s půdoochrannými technologiemi, zdroj Kalibová, 2022	12
Obrázek 2 - vymezení spodní části parcely metodou silt-fence, zdroj Kalibová, 2022	13
Obrázek 3 - schéma technologického vybavení pokusné lokality, zdroj Kalibová, 2022	13
Obrázek 4 - sedimentační jímka, zdroj vlastní.....	14
Obrázek 5 - napojení Parshallova žlabu na silt-fence, zdroj vlastní.....	15
Obrázek 6 - ukázka online záznamu dat - zdroj stanice.fiedler-magr.cz	15
Obrázek 7 - zájmová lokalita, zdroj mapy.cz	20
Obrázek 8 - zájmová lokalita, zdroj cuzk.cz	20
Obrázek 9 - poškození jímky a napojení na svodnou textilií, zdroj Gregar, Petrů ...	21
Obrázek 10 - poškození svodné textilie, zdroj Gregar, Petrů	21
Obrázek 11 - stav jímky č. 2 při příjezdu na lokalitu - zdroj vlastní	22
Obrázek 12 - sedimentační jímka po opravě - zdroj vlastní.....	23
Obrázek 13 - stav parcely č. 1 - zdroj Daniel Špírek	23
Obrázek 14 - výška sedimentu u svodné textilie - zdroj Daniel Špírek	24
Obrázek 15 - rýhování - zdroj Daniel Špírek	25
Obrázek 16 - svodné rýhy po 2. opravě lokality - zdroj vlastní	26
Obrázek 17 - zákres rýh na parcele č. 1 - zdroj cuzk.cz, 2024	27
Obrázek 18 - rýhy parcela 2 – zdroj cuzk.cz, 2024.....	28
Obrázek 19 - rýhy parcela 3 – zdroj cuzk.cz, 2024.....	28
Obrázek 20 - rýhy od techniky nad přístupovou cestou - zdroj vlastní.....	28
Obrázek 21 - erozní rýhy pod koleji od techniky - zdroj 3vlastní	29
Obrázek 22 - rýha č.1 ve vzdálenosti 11 m od hrany parcely 1 - zdroj vlastní	30
Obrázek 23 - rýha č. 2 nad jímkou 1, parcela 1 - zdroj vlastní.....	31
Obrázek 24 - měření hloubky rýh - zdroj vlastní.....	32
Obrázek 25 - rýha č. 7, parcela 1 – zdroj vlastní	33

Obrázek 26 – nános sedimentu pod rýhami 9 - 11, parcela 1 - zdroj vlastní.....	34
Obrázek 27 – nános sedimentu pod rýhou 5 - 6, parcela 1 - zdroj vlastní	34
Obrázek 28 - splavená zemina pod parcelou 2 - zdroj vlastní	35
Obrázek 29 - viditelnost podsevu, parcela č. 2, blíže ke konvenci - zdroj vlastní.....	36
Obrázek 30 - viditelnost podsevu, parcela č. 2, nad sedimentační jímkou - zdroj vlastní	36
Obrázek 31 - změna funkčnosti podsevu na parcele 2 - zdroj vlastní.....	37
Obrázek 32 - výraznější podsev v polovině parcely č. 2 - zdroj vlastní.....	38
Obrázek 33 - nejvýraznější rýha na severní hraně parcely 3 - zdroj vlastní.....	39
Obrázek 34 - rýha na parcele 3 - zdroj vlastní.....	39
Graf1 - průběh průtoků 10.6.2023.....	40
Obrázek 35 - jímka č. 1 před vyčištěním - zdroj vlastní	41
Obrázek 36 - vyčištěná a upravená jímka č. 1 - zdroj vlastní	41
Obrázek 37 - jímka č. 2 před vyčištěním - zdroj vlastní	42
Obrázek 38 - jímka č. 2 po vyčištění - zdroj vlastní	42
Obrázek 39 - vzrůst a hustota meziplodiny, parcela 3 - zdroj vlastní	42
Obrázek 40 - jímka č. 3 před vyčištěním - zdroj vlastní	43
Obrázek 41 - jímka č. 3 po vyčištění - zdroj vlastní	43
Graf 2 - množství vytěžené sedimentu 17.6.2023	43
Graf 3 - průběh průtoku 16.7.2023	44
Obrázek 42 - žáby v jímce 3 - zdroj vlastní	45
Obrázek 43 - poškození sedimentační jímky č. 2 – zdroj vlastní	45
Obrázek 44 - oprava rohu sedimentační jímky univerzální páskou - zdroj vlastní....	45
Obrázek 45 - výška hladiny vody, jímka č. 2 - zdroj vlastní.....	46
Obrázek 46 - sedimentační jímka č. 1 - zdroj vlastní	47
Graf 4 - množství vytěženého sedimentu 18.7.2023	47
Graf 5 – průběh průtoku 2.9.2023.....	48
Obrázek 47 - plevel u žlabu č. 3 - zdroj vlastní	49
Obrázek 48 - vosy na srážkoměru - zdroj vlastní.....	50
Obrázek 49 - porušení svodné textilie - zdroj vlastní.....	50
Obrázek 50 - stropy po zvěři - zdroj vlastní.....	51
Graf 6 – vytěžený sediment 2.9.2024.....	52

Obrázek 51 - váženky v sušičce - zdroj vlastní.....	53
Obrázek 52 - sušička vzorků, laboratoř FŽP - zdroj vlastní.....	53
Obrázek 53 - vycentrovaná váha - zdroj vlastní.....	54

10. Seznam rovnic, tabulek:

Rovnice 1 - USLE (univerzální rovnice ztráty půdy)	5
Rovnice 2 – MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation)	6
Rovnice 3 – váhová (hmotnostní) vlhkost	16
Tabulka 2 – vyhodnocení parcely č. 1.....	55
Tabulka 2 - vyhodnocení parcely č. 2.....	55
Tabulka 3 - vyhodnocení parcely č. 3.....	55