



VÚMOP

VÝZKUMNÝ ÚSTAV MONITORINGU
A OCHRANY PŮDY, v. v. i.



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE



Česká zemědělská
univerzita v Praze

UNIVERZITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM



METODIKA

Optimalizace vnitřního uspořádání půdních bloků

Jan Lang, Václav Brant a kol.
2026

Výzkumný ústav monitoringu a ochrany půdy, v. v. i.
Česká zemědělská univerzita v Praze
České vysoké učení technické v Praze
Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem

Optimalizace vnitřního uspořádání půdních bloků

Metodika

Jan Lang, Václav Brant a kol.

Praha 2026

Dedikace

Metodika vznikla jako výstup projektu NAZV QL24020309 “Systém environmentálně-technických optimalizací prostorových parametrů zemědělských pozemků v kontextu setrvalého efektivního hospodaření” řešeného v letech 2024–2026.

Metodika byla certifikována Ministerstvem zemědělství odborem rostlinných komodit pod číslem osvědčení MZe-40444/2026-13124.

Oponenti

Ing. Václav Kadlec, Ph.D.

Ministerstvo zemědělství, Odbor rostlinných komodit

Prof. Ing. Zlatica Muchová, Ph.D.

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre – Ústav krajinného inžinierstva

Autorský kolektiv

Ing. Jan Lang, Mgr. Věra Kolbabová, Ing. Josef Kučera, Ph.D.,

Mgr. Václav Vít¹

doc. Ing. Václav Brant, Ph.D., doc. Ing. Milan Kroulík, Ph.D.,

Ing. Pavel Procházka, Ph.D.²

prof. Dr. Ing. Tomáš Dostál, Ing. Barbora Jáchymová, Ph.D.,

Ing. Miroslav Bauer, Ph.D.³

Ing. Jan Macháč, Ph.D., Ing. Lenka Zaňková, Ph.D.,

Ing. Marek Hekrle, Ph.D.⁴

Ing. Jiří Kapička⁵

¹ Výzkumný ústav monitoringu a ochrany půdy, v. v. i.

² Česká zemědělská univerzita v Praze

³ České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební

⁴ Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem

⁵ Nezávislý konzultant

I	CÍL METODIKY	2
II	VLASTNÍ POPIS METODIKY	3
II.1	Úvod do problematiky.....	3
II.1.1	Parametry půdního bloku určující jeho obhospodařování.....	3
II.1.2	Variabilita půdního bloku ve vztahu k optimalizaci.....	30
II.1.3	Variabilita jako důsledek agrotechnických postupů ve vztahu k optimalizaci.....	42
II.1.4	Specifikace potřeby optimalizace pomocí MFA	62
II.1.5	Principy optimalizace vnitřních částí půdního bloku	74
II.1.6	Benefity optimalizace pro agrotechnické operace na PP ..	98
II.1.7	Zlepšení podmínek pro poskytování ekosystémových služeb krajiny.....	108
II.1.8	Optimalizace půdních bloků pro omezení erozních procesů půdy.....	112
II.2	Metodické postupy pro optimalizaci vnitřních částí půdního bloku	126
II.2.1	Metodický postup stanovení MFA.....	127
II.2.2	Metodický postup pro optimalizaci na úrovni DPB	130
II.2.3	Možnosti implementace ETP v rámci systému LPIS....	150
II.2.4	Ekonomického hodnocení dopadů ETP	158
II.2.5	Příklady ekonomického hodnocení vlivu optimalizace na intenzitu erozního a transportního procesu v různých typech území....	166
II.2.6	Praktické zkušenosti a evaluace realizací	170
II.2.7	Optimalizace půdních bloků jako základ rozvoje robotiky.....	175
II.3	Optimalizace v kontextu dalšího vývoje.....	180
II.3.1	Precizní zemědělství	180
II.3.2	Automatizace a robotizace	181
II.3.3	Směrování legislativy.....	181
II.3.4	Koncepty ochrany krajiny.....	182
II.4	Katalog modelových příkladů řešení optimalizace	184
III	SROVNÁNÍ NOVOSTI PŘÍSTUPŮ	201
IV	POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY	201
V	EKONOMICKÉ ASPEKTY	202
VI	SEZNAM POUŽITÉ A SOUVISEJÍCÍ LITERATURY	203
VII	SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE.....	212

I Cíl metodiky

Cílem metodiky je komplexně popsat problematiku optimalizace vnitřního uspořádání dílů půdních bloků v kontextu současných požadavků na zemědělské hospodaření. Metodika vymezuje základní principy a pojmy související s optimalizací, vysvětluje její význam a stanovuje cíle, kterých má být dosaženo.

Primární ideou je vnitřní zonace dílu půdního bloku na produkční a environmentálně-technické plochy, která vede ke zvýšení efektivity hospodaření a současně k omezení degradačních procesů půdy a posílení environmentálních funkcí krajiny.

V první části metodika popisuje, jakým způsobem lze těchto cílů dosáhnout. Definuje principy návrhu optimalizace vycházející z technických možností zemědělské techniky, agrotechnických požadavků, prostorových podmínek a environmentálních limitů území. Součástí je i vyhodnocení přínosů optimalizace, a to jak z hlediska ekonomického (snížení vstupů, omezení překryvů, zvýšení efektivity operací), tak z hlediska environmentálního (omezení eroze, zhutnění, zlepšení vodního režimu a zvýšení ekologické stability krajiny).

V druhé části metodiky jsou uvedeny konkrétní metodické postupy pro realizaci optimalizace zemědělských pozemků v praxi. Jedná se o systematický postup zahrnující jednotlivé kroky návrhu, od analýzy vstupních podkladů přes návrh prostorového uspořádání ploch až po jejich implementaci. Postup je doplněn o praktickou ukázkou řešení („best practice“), která ilustruje aplikaci metodiky v reálných podmínkách.

Součástí metodiky je rovněž vymezení možností praktického uplatnění navržených opatření, zejména ve vztahu k evidenci půdy (LPIS) a platné legislativě. Metodika tak poskytuje nejen teoretický a metodický rámec, ale i konkrétní návod, jak optimalizaci realizovat a začlenit do stávajících systémů hospodaření. Výsledkem je soubor doporučení vedoucích k vytváření stabilních, ekonomicky efektivních a environmentálně udržitelných produkčních systémů, které současně umožňují širší uplatnění principů precizního zemědělství a dalších moderních technologických přístupů.

II Vlastní popis metodiky

II.1 Úvod do problematiky

II.1.1 Parametry půdního bloku určující jeho obhospodařování

Hospodářské využití půdního bloku, jako časoprostorové jednoty v krajinném prostoru, je ovlivněno značným počtem faktorů. Tyto parametry se v souvislosti s vývojem lidské společnosti a na ní navazujících produkčních a mimoprodukčních cílů zemědělství mění. Nižší diverzita rostlinných a živočišných druhů v zemědělské krajině byla pozorována tam, kde byla půda konsolidovaná do větších polí. Větší pole zajišťují úspory práce a paliva, přechod k vyšší mechanizaci a větším hospodářstvím, což na druhou stranu snižuje biodiverzitu (Clough et al., 2020). Fahrig et al. (2015) uvádějí, že průměrná velikost polí je jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících biodiverzitu v zemědělské krajině. Modely provedené autory ukázaly, že větší pole mají konzistentně negativní vliv na různé komponenty biodiverzity (ptáci, rostliny, motýli, hmyz atd.), zatímco krajiny s menšími poli vykazují vyšší rozmanitost druhů.

Především s rozvojem zemědělské techniky a agrotechnických postupů založených na využívání strojů se začaly do parametrů půdních bloků promítat další požadavky, které určují efektivitu práce, ekonomiku využití vstupů a rentabilitu pěstování plodin. Nástup mechanizace však vedl ke zvýšení ekologických rizik spojených s technogenním zhutněním půdy, s poškozením půdní struktury, k překryvům při aplikaci hnojiv a přípravků na ochranu rostlin, včetně celoplošného zatížení pozemku kolejovými stopami tažných a transportních prostředků.

Změny struktury krajiny a tvaru obhospodařovaných ploch ve střední Evropě lze jasně propojit s vývojem technických prostředků. Vynález pluhů, které byly z hlediska dostupné tahové síly primárně jednoradličné, vedl ke vzniku úzkých a dlouhých pozemků, které zajišťovaly vysokou efektivitu práce právě při orbě. Ta vždy představovala a představuje jednu z časově a energeticky nejnáročnějších pracovních operací zpracování půdy. Určitý impuls ke

změně prostorového uspořádání pozemků přinesla lanová orba, jejíž limity byly dány technickými možnostmi soupravy a záběrem pluhu. Vynález diesellového motoru a nástup traktorů s vyšším potenciálem tahové síly znamenal nárůst záběrů pluhů a požadavek na změnu tvaru pozemku, která odpovídá tvarově obdélníku, případně čtverci. Další nárůst tahové síly tažných prostředků je spojen se zachováním tvaru pozemků, ale také s nárůstem plochy. Nástup systémů zpracování půdy bez obracení přispěl ke zvýšení záběrů strojů a rovněž přispěl k nárůstu výměry pozemků. Velikost pozemku však musí korelovat s celkovou výměrou obhospodařovanou zemědělským subjektem, která je opět podmíněna vybavením tažnými prostředky s daným výkonem motoru a odpovídajícím záběrem strojů. Primárně je znalost vlastností půdního bloku a jejich následná implementace do agrotechnických postupů spojována s principy trvale udržitelného zemědělství ve vztahu k zachování produkčních a přírodních funkcí půdy (Brunotte & Fröba, 2007). Kromě samotných prostorových parametrů půdních bloků hraje významnou roli, z hlediska výše uvedených skutečností i vzdálenost půdního bloku od farmy či střediska zemědělského podniku a jejich vzájemná poloha v krajinném prostoru, která se promítá do přepravních vzdáleností, časové efektivity apod. (např. Janinhoff, 2000; Brunotte & Fröba, 2007).

Zásadní vliv na velikostní a prostorové parametry půdního bloku, či dílu jedné plodiny, lze očekávat s rozvojem autonomních či robotických prostředků v zemědělství. Právě autonomie a robotizace přinášejí zásadní otázku: Do jaké míry lze z hlediska ekonomiky a míry technického vývoje klást požadavky na systémy autonomie a robotiky pro obhospodařování stávajících půdních bloků a jak lze pro dané systémy využití těchto platforem optimalizovat krajinu a půdní bloky? Jinak řečeno, kde ekonomicky a technicky končí hranice složitosti systémů a jak lze snížit požadavky na technické systémy ve vztahu k efektivitě jejich využití pomocí optimalizace krajinného prostoru a parametrů půdního bloku (Brant et al., 2024c).

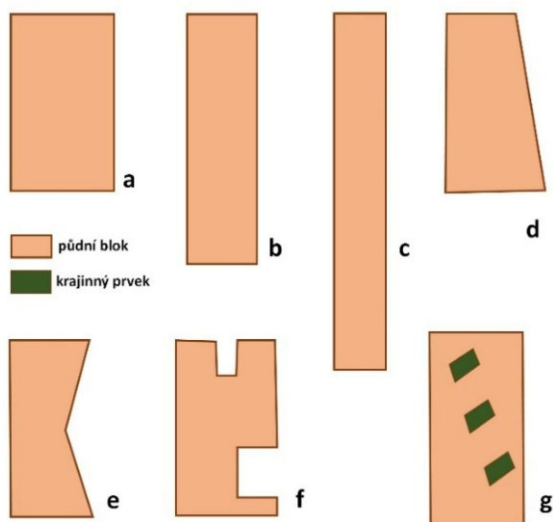
II.1.1.1 Tvar a velikost půdního bloku

Tvar půdního bloku a jeho velikost se v interakci s pohybem pracovních souprav následně promítají do ekonomiky pěstebních systémů a tím i do celkové ekonomické efektivity zemědělského subjektu. Za jednu z cest zajišťujících zvýšení produktivity polních plodin lze považovat optimalizaci pracovních operací ve vztahu k velikosti a tvaru pozemku (Seufert, 1995). Obecně se poukazuje na skutečnost, že zvýšení velikosti pozemku vede při současné změně technologie a technického vybavení ke zvýšení časové a ekonomické efektivity pěstování plodin. Demmel et al. (2014) uvádějí, že zvýšení velikosti půdního bloku přispívá např. k nárůstu efektivity pěstování cukrové řepy především z důvodu zvýšení výkonnosti pracovních souprav, včetně sklizečů. V rámci změny výměry pozemku je však nutné rozlišovat stávající velikostní třídění a tvary pozemků v zájmové oblasti. Stanovení změny parametrů půdních bloků je však vždy závislé na historickém vývoji krajiny a společnosti, včetně vývoje vlastnických vztahů k půdě. Jiné požadavky na změnu parametrů půdních bloků lze definovat pro země jako jsou Německo (bez východních členských zemí), Rakousko a Francie, kde se spíše jedná o podporu zvětšování ploch jedné plodiny. Již starší studie poukazují na skutečnost, že jednou z podmínek pro další rozvoj zemědělských subjektů ve Spolkové republice Německo je zvyšování jejich obhospodařované výměry, což je spojeno i s nárůstem velikosti půdních bloků (Köhne, 2001). Podle Wagnera (2001) je zvětšování půdních bloků rovněž spojeno s pozitivním efektem snižování pracovního času na jednotku plochy v důsledku poklesu času na otáčení strojů. Zároveň dodává, že zvětšení plochy pozemku je spojeno i s nárůstem výnosů v důsledku redukce okrajového efektu, který souvisí s redukcí výnosu. K redukci výnosu přispívá i zhoršená kvalita aplikace hnojiv či pesticidů na okrajích pozemku. Pozitivní vliv zvětšení velikosti půdního bloku na snížení finančních nákladů na sklizeň jedné tuny dřevin pro energetické využití v podmínkách Rakouska potvrzují rovněž Handler et al. (2014).

Obrázek 1 a Tabulka 2 dokumentují vliv tvaru půdního bloku na spotřebu času potřebnou k jeho obhospodařování. Výsledky opět potvrzují obecně známou skutečnost, že nejvyšší plošnou výkonnost souprav lze očekávat u pravidelných pozemků obdélníkového tvaru s poměrem délky pozemku k jeho šířce 4:1. Nepravidelné tvary a umístění překážek v půdním bloku (Obrázek 1 a Tabulka 2 - varianty f, g)

snižují plošnou výkonnost pracovních souprav za jednotku času. (Landers, 2000). Brant et al. (2020) uvádějí, že většina publikovaných prací odhadujících výkonnost pracovních souprav či náklady na práci strojů vycházejí z modelů pro pravidelné pozemky. Tato skutečnost může zásadním způsobem dosažené výsledky zkreslovat. Proměnným parametrem ovlivňujícím výsledky modelových situací je poté změna poměru délky a šířky pozemku, přičemž délka pravidelného pozemku zároveň odpovídá střední délce pracovní jízdy.

Schematické znázornění rozdílných tvarů půdních bloků se shodnou výměrou (upraveno podle Landers, 2000).



Obrázek 1: Schématické znázornění rozdílných tvarů půdních bloků se shodnou výměrou (upraveno podle Landers, 2000).

Tabulka 1: Vliv tvaru pozemku na dobu potřebnou k jeho zpracování (zdroj: Landers, 2000).

tvar pozemku (viz Obrázek 1)	spotřeba času na zpracování 1 ha (min/ha)	index
a – čtverec	56,6	100
b – obdélník (2:1)	54,0	95
c – obdélník (4:1)	52,4	93
d – standardní tvar *	59,5	105
e – mnohoúhelník	59,1	104
f – zastavěné plochy	60,5	107
g – překážky v PB	62,0	109

* Dvě protější strany nejsou rovnoběžné, považuje se v zemědělství za standardní

Tvar a velikost půdního bloku mají samozřejmě i dopad do ekonomiky plodin a do nákladů na strojní vybavení. Brunotte a Fröba (2007) stanovili, že roční náklady na práci strojů na jednotku plochy u malého podniku (výměra 120 ha) zaměřeného na produkci polních plodin klesaly s narůstající střední délkou pracovní jízdy a s nárůstem plochy půdního bloku. Půdní blok o výměře 2,5 ha a s délkou pozemku 200 m představoval hodnotu 100 % nákladů na ha. Prodloužení střední délky pracovní jízdy na 400 m snížilo náklady o 3,9 % a nárůst délky pozemku na 600 m o 5,4 %. Zvětšení velikosti půdního bloku na 5 ha snížilo náklady při výše uvedených délkách pozemku o 4,2 % (200 m), o 9,1 % (400 m) a 10,7 % při délce 600 m. V obecných závěrech autoři uvádějí, že střední délka pracovní jízdy, tedy její nárůst, má na pokles nákladů mnohdy větší vliv než velikost půdního bloku. Brunotte a Fröba (2007) rovněž poukazují na skutečnost, že s nárůstem velikosti plochy půdního bloku a při současném prodlužování se střední délky pozemku dochází k poklesu spotřeby pohonných hmot (PHM) na jednotku plochy. Zásadní pokles lze očekávat při nárůstu plochy z 2,5 ha do výměry 60 ha, s nárůstem výměry půdního bloku nad 60 ha již pokles spotřeby PHM není tak zásadní jako při zvyšování na tuto výměru. Obecně je efektivní využití konvenční zemědělské techniky spojováno s obhospodařováním relativně velkých a obdélníkových polí (Al-Amin et al., 2023). Kienzle et al. (2013) a Van den Berg et al. (2007) poukazují na to, že většina pozemkových úprav po celém světě v posledních desetiletích byla

motivována snahou o vytváření větších polí. (Kienzle et al., 2013; Van den Berg et al., 2007).

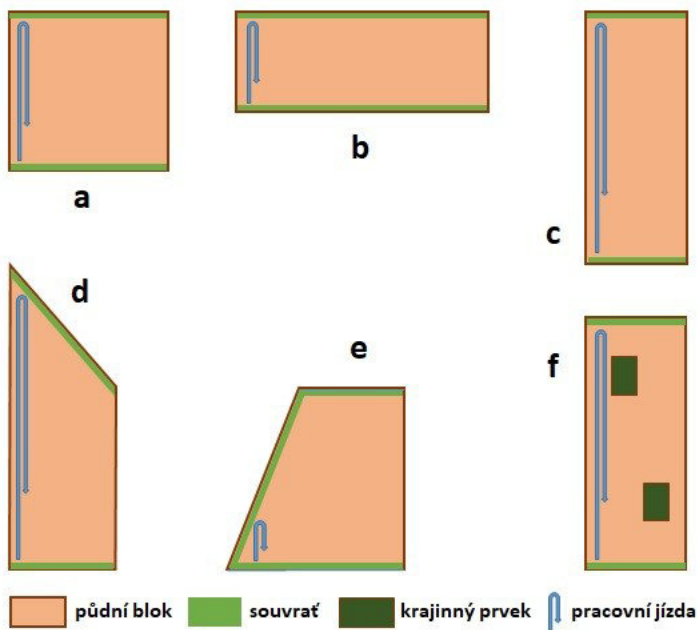
Dlouhé střední délky pozemků jsou jednoznačně výhodné pro pracovní operace, jako jsou základní zpracování půdy, předseťová příprava a setí druhů s menší potřebou osiva na jednotku plochy. Nárůst velikosti pozemku a prodlužující se střední délka pracovní jízdy zvyšují nároky na transport sklizených produktů a na zvyšování objemu či nosnosti zásobníků sklízečů. Větší délka pozemku může vést i ke vzniku kolejových stop ve směru její délky (Brant et al., 2020). Tyto kolejové stopy vzniklé přejezdem pracovních souprav jsou jedním z faktorů zvyšujících erozní rizika na pozemku, především v porostech kukuřice (Kistler et al., 2013). Obdobně tomu může být i v porostech cukrové řepy, kde jsou tyto stopy primárním místem povrchového odtoku vody z pozemku. Typickým příkladem je vliv stop vzniklých po tzv. přivalení půdy po zasetí (Kapička et al., 2017; Brant et al., 2020). Na rozdíl od pracovních operací spojených s aplikací minerálních hnojiv vykazují výrazně odlišnou reakci na délku pozemku aplikace organických hnojiv. U aplikace kejdy je tomu z důvodu vyprázdnění zásobníku před koncem pracovní jízdy a nutnosti návratu soupravy k doplnění kejdy na okraj pozemku a zpětnému napojení se na nedokončenou jízdu (Brunotte & Fröba, 2007). Za optimální stav lze považovat situaci, kdy kapacita rozmetadla vystačí při dané dávce na cestu od souvratě pozemku na protější souvratě a zpět (Kováříček et al., 2005). S narůstající hmotností zatížení zásobníku jednoznačně narůstá délka pracovní jízdy bez potřeby doplnění hnojiva, zároveň však narůstá i hmotnost soupravy a zatížení pneumatik aplikátoru (Brant et al., 2018a).

Obecně opomíjenou skutečností je vliv tvaru pozemku a jeho velikosti na plochy potřebné k otáčení zemědělských strojů na krajích pozemků. Především u nepravidelných půdních bloků tato plocha zásadním způsobem narůstá (Brant et al., 2020). Do této plochy lze jednoznačně přiřadit souvratě, ale také plochy navazující na vnitřní a vnější klínovité hranice pozemku. Prostorové rozmístění souvratí a jejich podíl na ploše pozemku určuje tvar půdního bloku, směr orientace pracovních jízdy a šířka souvratě. Obrázek 2 znázorňuje modelové rozmístění souvratí na pozemcích s rozdílným tvarem a s odlišným směrem trajektorií pracovních souprav při shodné výměře 40 ha a šířkou souvratě 24 m. Vliv změny šířky souvratě na jejich celkovou plochu a procentuální podíl na výměře modelových půdních bloků na obrázku

(Obrázek 2) dokumentuje Tabulka 2 (Brant et al., 2018b). Z výsledků jednoznačně vyplývá obecně známý předpoklad, že při zachování výměry půdního bloku plošný podíl souvratě na jeho výměře narůstá při zužujícím se poměru délky pozemku a jeho šířky, s odklonem od pravidelného tvaru a s narůstající šířkou souvratě.

**Rozdílné tvary půdního bloku při výměře 40 ha a
ozelenění souvratě o šířce 24 m**

Brant, 2018



Obrázek 2: Rozdílné tvary půdního bloku při výměře 40 ha a odlišné způsoby ozelenění souvratě o šířce 24 m (Brant et al., 2018b).

Tabulka 2: Plocha souvratě (ha) a její procentuální podíl na ploše půdního bloku (%) v závislosti na šířce souvratě pro odlišné půdní bloky o výměře 40 ha znázorněné viz Obrázek 2 (Brant et al., 2018b).

Půdní blok		Šířka souvratě							
		24 m		18 m		12 m		6 m	
Id	výměr a (ha)	výměra souvratě (ha)	podíl plochy souvratě (%)	výměr a souvratě (ha)	podíl plochy souvratě (%)	výměr a souvratě (ha)	podíl plochy souvratě (%)	výměr a souvratě (ha)	podíl plochy souvratě (%)
a	40	3,04	7,6	2,28	5,7	1,52	3,8	0,76	1,9
b	40	4,8	12	3,6	9	2,4	6	1,2	3
c	40	1,92	4,8	1,44	3,6	0,96	2,4	0,48	1,2
d	40	2,55	6,37	1,91	4,77	1,27	3,18	0,64	1,59
e	40	4,52	11,3	3,39	8,48	2,26	5,65	1,13	2,83
f*	38,5	1,92	4,99	1,44	3,74	0,96	2,49	0,48	1,25

*výměra je snížena o plochu krajinných prvků

Změna pohledu na parametry půdního bloku souvisí s rozvojem principů precizního zemědělství a s nástupem automatizace a robotizace v polní výrobě. V bývalých zemích tzv. Východního bloku se naopak dlouhodobě setkáváme s dominantně politickým tlakem na snížení výměry ploch jedné plodiny vycházejícím z ekologických trendů, většinou bez systémového přístupu a jasného stanovení cílů a dopadů. Způsoby pohybu zemědělských souprav po pozemcích, které jsou ovlivňovány tvarovými a velikostními parametry půdních bloků, včetně interakce s reliéfem zájmového území, mají výrazný vliv na degradační procesy půdy, především na zhutnění půdy (např. Horn et al., 2000; Botta et al., 2006), včetně následné dlouhodobé perzistence tohoto jevu (Berisso et al., 2012).

Tvar a výměra pozemku rozhodují i o efektivitě využití systémů optimalizace pohybu zemědělských souprav, které zajišťují návrh a výběr nejefektivnějších tras a směrů pohybu za účelem ekonomických úspor a snížení ekologických rizik (Brant & Kroulík 2024; Kroulík & Brant 2024). Podle Batte a Ehsani (2006) zajišťují systémy přesného navádění strojů podle linií pohybu potenciál snížit překryvy a zvýšit efektivitu polních operací. Autoři dále uvádějí, že ziskovost technologií přesného navádění silně závisí na velikosti farmy, tvaru polí a struktuře

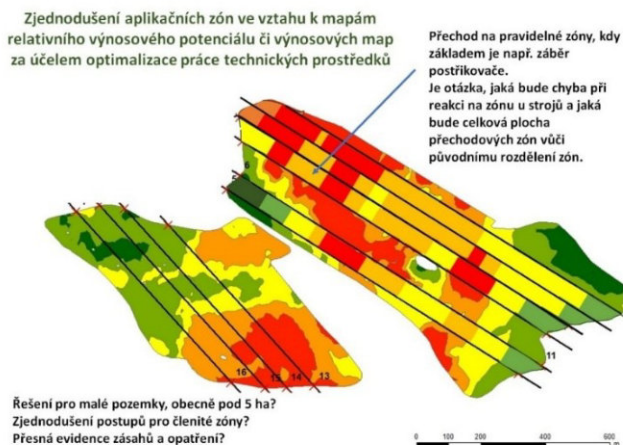
pěstovaných plodin. Farmy s nepravidelně tvarovanými poli, kde je vyšší riziko překryvů, mají z těchto systémů největší užitek, obdobně jako subjekty hospodařící zejména ve fragmentovaných zemědělských krajinách.

Zásadní vliv má tvar pozemků na uplatnění systémů Controlled Traffic Farming (CTF), které vedou na základě dodržování stálých kolejových stop v návaznosti na optimalizaci záběrů pracovních souprav k omezení překryvů pracovních záběrů, ke zvýšení efektivity práce, k omezení rizik technogenního zhutnění půdy apod., ale i k nárůstu výnosů. Kroulík a Brant (2024) uvádějí, že přestože zavedení tohoto systému vyžaduje rozsáhlé zemědělské plochy a moderní stroje, počáteční investice se dlouhodobě vyplácí zlepšením kvality orné půdy. Zásadní význam pro další uplatnění a zkvalitnění systémů CTF a jejich alternativ má v současné době dostupnost pokročilých technologií, které umožňují přesnou navigaci (Kroulík et al., 2015; Brant et al., 2020). Fechner (2014) na základě měření na skutečných půdních blocích stanovil pozitivní vliv optimalizace trajektorií pracovních jízd na úsporu času při provádění pracovních operací. K nejvýraznější úspoře času došlo na základě optimalizace trajektorií na pozemcích o výměře mezi 10 až 40 ha. Na pozemcích s větší výměrou byla úspora času pod 10 % oproti stávajícím směrům pracovních jízd. Velikost plochy pozemku určuje mimo jiné i variabilitu zásoby semen plevelů v půdě na základě vlivu okrajového efektu (Hamouz, 2005).

Tvar pozemku a jeho výměra určují i délku a členitost či pravidelnost jeho hranic. Nepravidelný tvar pozemku může být spojen s nárůstem hodnoty jeho obvodu a tím i ploch s výskytem druhů, které se z lemových společenstev polí šíří na půdní bloky (Brant et al., 2006, 2008). Nárůst velikosti pozemku je spojen i s prodloužením jeho hranic, jako kontaktní plochy s okolními složkami krajiny. Zde se následně jedná o zvýšení rizik

aplikace hnojiv či pesticidů mimo hranice pozemku, nebo ke zvýšení rozsahu ochranných zón na souvratích pozemku (např. DLG-Ausschuss für Pflanzenschutz, Lorenz & Münchhoff, 2015). Výskyty tupých úhlů, včetně rohů pozemků, vedou k horší kvalitě zpracování půdy, vzniku nedosetých míst a ploch nepokrytých postřikem v důsledku kruhového průjezdu postřikovačů (Brant et al., 2020). V rámci principů precizního zemědělství je rovněž potřebné pracovat i s potenciálními riziky, tedy i výskyty škodlivých organismů na okrajích půdních bloků. Na základě znalosti jejich polohy v lemovém společenstvu lze optimalizovat a cíleně provádět preventivní či nápravná opatření (Brant et al., 2015a, 2017b). Dalším faktorem omezujícím rizika okrajových částí pozemků je právě optimalizace tvaru půdního bloku, která je spojena s narovnáním hranic, či s vyjmutím okrajů pozemků mimo produkční část pozemku.

Velikost půdního bloku určuje míru variability a možnosti její specifikace a souvisí i s uplatněním principů precizního zemědělství v polní výrobě. Lorenz a Münchhoff (2015) uvádějí, že principy precizního zemědělství lze efektivně uplatňovat na pozemcích větších, než je 0,5 ha. Menší pozemky nevykazují zásadní variabilitu půdního prostředí, nebo je její stanovení problematické či časově náročné. Pozemky menší než 0,5 ha tedy doporučují obhospodařovat nevariabilně. Základním problémem pro práci s malými pozemky je i rastr snímkování, kdy se ve většině případů mapování při družicovém snímkování pracuje s rastrem 10 x 10 m, což může snižovat na malých výměrách přesnost kvantifikace variability a tvorbu reálných předpisových map ve vztahu k práci techniky (Brant et al., 2024a, 2024b). Z hlediska praktického využití však Brant et al. (2024b) uvádějí, že variabilní přístup k půdnímu bloku je využitelný i na menších pozemcích, kde je však možné zóny variability zjednodušit jen na dvě či tři pravidelné zóny (Obrázek 3), jejichž šířky vycházejí ze záběrů pracovních souprav, tedy především v konvenčním zemědělství se záběrem aplikátorů kapalných látek (postřikovače) a rozmetadel minerálních hnojiv, nebo v ekologickém zemědělství s plečkami či secími stroji.



Obrázek 3: Optimalizace tvaru a výměry zón předpisových aplikačních map ve vztahu k technickým parametrům techniky a pohybu souprav po půdním bloku (Brant et al., 2024b).

Zcela novým trendem je vztah mezi parametry půdního bloku a požadavky na využití pozemních autonomních robotických platform. Z hlediska využití polních robotů se jedná o novou problematiku a praktické zkušenosti, včetně propojení s optimalizací krajiny a půdních bloků, jsou omezené. Na základě ověřování optimalizace půdního bloku ve vztahu k využití polních robotů v podmínkách České republiky uvádějí Brant et al. (2024c) a Brant & Kroulík (2024), že dané procesy nesouvisí jen s optimalizací vnitřních částí půdního bloku či dílu půdního bloku, ale jsou spojeny s vytvářením systémových částí krajinného prostoru, které by měly plnit rozdílné funkce, které zajistí propojenost pracovních ploch pro jízdu robotů, vytvořit plochy pracovních parcel, které odpovídají např. dennímu výkonu soupravy, zajistit vznik servisních zón apod.

Na základě výše uvedených skutečností je patrné, že výměru půdního bloku lze tedy považovat za jedno z kritérií ovlivňujících možnost uplatnění optimalizace půdních bloků, zajištění principů precizního zemědělství a možnosti odhadu potenciálu pro rozvoj robotizace na zemědělské půdě. Kapička et al. (2017) provedli v roce 2017 analýzu velikosti půdních bloků v rámci České republiky. Do multikriteriální analýzy byla jako výchozí vrstva použita vrstva půdních

bloků LPIS. Do multikriteriální analýzy bylo tedy zahrnuto 291 147 půdních bloků o celkové výměře 3 647 180 ha na zemědělské půdě. Průměrná výměra zahrnutých půdních bloků byla 12,5 ha, největší půdní blok měl výměru 1 053,9 ha. Tabulka 3 dokumentuje počet půdních bloků v dané velikostní kategorii a jejich celkovou výměru. Celková plocha půdních bloků do výměry 2 ha se na celkové výměře hodnocených půdních bloků podílí 2,7 %, výměra půdních bloků do velikosti 5 ha poté 4,5 %.

Tabulka 3: Rozložení velikosti zahrnutých půdních bloků (PB, platné k 20.5.2017), (Kapička et al., 2017).

Kategorie velikosti PB (ha)	Počet PB (kusy)	Celková výměra dané kategorie podle velikosti (ha)
do 1	85 186	40 393
1 – 2	40 254	57 902
2 – 5	50 792	164 906
5 – 10	34 523	247 234
10 – 20	30 985	443 443
20 – 40	25 266	715 521
40 – 60	10 592	516 327
60 – 100	8 380	639 749
100 a více	5 169	821 706
celkový součet	291 147	3 647 180

Souhrnné body kapitoly:

- Tvar a velikost pozemku přímo ovlivňují ekonomiku hospodaření – parametry se promítají do spotřeby času, pohonných hmot, výkonnosti techniky i celkových nákladů pěstebních systémů.
- Pravidelné obdélníkové pozemky s poměrem 4:1 jsou nejefektivnější.
- Nepravidelný tvar výrazně snižuje efektivitu práce – oproti obdélníku časová náročnost vstoupá od 5 – 9 %.
- Delší pracovní jízdy snižují náklady na obhospodařování – prodloužení může snížit náklady až o 3,9 – 5,4 %.
- Zvětšení velikosti pozemku může vést k ekonomickým úsporám až 4,2 – 10,7 %, ale je dáno spíše délkou jízdy.
- Optimalizace trajektorií pracovních jízd může přinést úsporu pracovního času až kolem 10 %, především na pozemcích o výměře přibližně 10–40 ha.
- Nepravidelné zemědělské pozemky výrazně zvyšují plochu souvratí.
- Nevhodné trajektorie mohou zvyšovat erozní riziko.

II.1.1.2 Prostorové umístění půdního bloku v krajinném prostoru

Významným parametrem ve vztahu k optimalizacím a práci půdním blokem je systémová analýza jeho umístění v krajinném prostoru, jak ve vztahu k organizaci agrotechnických operací, tak ve vztahu k podpoře environmentálních funkcí krajiny. Zásadní význam z hlediska efektivity práce, omezení ekonomických a energetických vstupů, včetně snížení emisní zátěže skleníkovými plyny z dopravy apod. má rozmístění půdních bloků ve vztahu ke střediskům a skladovacím areálům zemědělského subjektu.

Janinhoff (2000) poukazuje na skutečnost, že se zvyšující se vzdáleností pozemku od farmy narůstají náklady na nepracovní jízdy, které lze snížit zvýšením výměry půdních bloků. Nárůst obhospodařované plochy snižuje v důsledku vyšší pracovní výkonnosti náklady. Na základě provedených analýz uvádí, že při vzdálenosti mezi farmou a polem 5 km, by velikost půdního bloku měla být vyšší než 10 ha, při vzdálenosti 12 km poté více než 20 ha, při vzdálenosti 20 km více než 30 ha, a je-li vzdálenost mezi farmou a půdním blokem 30 km, měla by výměra být vyšší než 50 ha. Zásadní význam pro omezení pojezdů souprav na půdní blok a pro omezení transportních vzdáleností má i blokace pozemků, tedy vytváření honů osevního postupu, které jednak zajišťují prostorovou rotaci v osevním postupu, ale zároveň vytvářejí kumulaci ploch s danou plodinou na jednom lokálním území. Na danou skutečnost poukazuje i Kovářiček (2008) na příkladu postřikovače, kdy navýšení plochy pozemku vede k navýšení plošného výkonu a čím větší je přepravní vzdálenost, tím menší je výkonnost. Na základě hodnocení směnové výkonnosti souprav ve vybraném vzorku zemědělských subjektů v České republice u pracovních operací (podmítka, předseťová příprava a setí) se spotřeba času potřebná na přepravu pracovní soupravy na pozemek pohybovala v intervalu od 7 do 12 % (Hůla et al., 2004). Zásadní význam z hlediska ekonomiky plodiny mají i náklady na transport, které jsou významné zejména u plodin s vysokou produkcí biomasy, jakou jsou píce, především silážní kukuřice. Brant et al. (2025a) uvádějí, že z ekonomického hlediska samozřejmě platí, že zvýšení výnosu z jednotky plochy by mělo být spojeno s efektem ředění nákladů na jednotku produkce. Stávající vývoj počasí a legislativy však ukazuje, že stabilizace výnosů, či jejich zvýšení, je nutné nejen z ekonomického pohledu, ale i ve vztahu k omezené

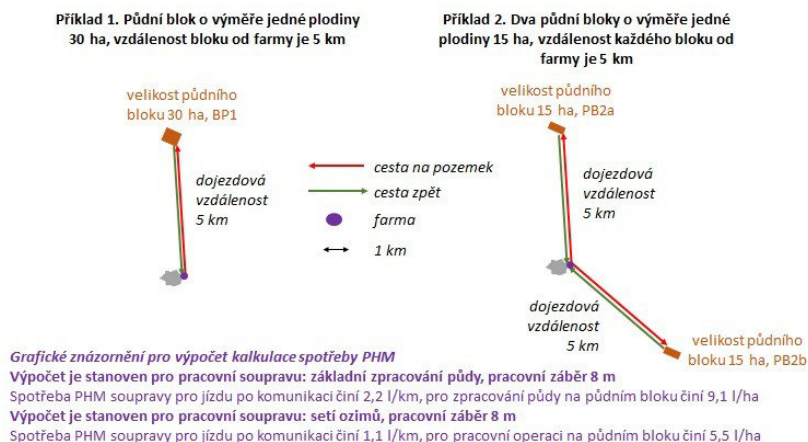
dostupnosti vhodných ploch pro silážní kukuřici, včetně kalkulace se vzdáleností plochy od silážních jam apod. Brunotte (2013), na základě modelu stanoveném při odvozu řezanky při sklizni kukuřice na siláž. Zvětšení velikosti půdního bloku a obdélníkový tvar pozemku jsou předpokladem pro nárůst záběru pracovních soupřav, díky čemuž dochází k následné úspoře PHM na jednotku plochy.

Značným rizikem pro nárůst celkové délky a počtu pracovních operací je dělení ploch jedné plodiny, ke kterému může docházet i z hlediska požadavků legislativy. Rozdělením plochy jedné plodiny na dva menší díly (nebo i více dílů) dojde v praxi v dosti případech k nárůstu spotřeby PHM v důsledku navýšení počtu nepracovních jízd při provádění pracovních operací na menších výměrách pozemku. Pro stanovení reálného dopadu této skutečnosti na spotřebu nafty byla provedena autory metodiky analýza spotřeby PHM u pracovních soupřav u dvou zemědělských subjektů. V rámci výpočtu byla hodnocena celková spotřeba PHM pracovní soupřavou (spotřeba na práci na pozemku, spotřeba na dojezd na pozemek a zpět a také spotřeba v rámci areálu farmy). Do analýzy byl vždy zahrnut jeden pracovní týden soupřavy. Z hlediska metodického postupu se průměrná výměra půdního bloku pohybovala v rozmezí 8–60 ha, délka dojezdu na pozemek (tam a zpět) poté v intervalu 2–15 km. Spotřeba PHM na půdním bloku představuje celkovou spotřebu (zahrnuje otáčení, překryvy, zpracování souvrátí apod.). Z hlediska dnešní doby plně vzájemných nesouladů mezi zemědělci je nutné upozornit na skutečnost, že analýza byla provedena na větších farmách, kde jsou systémy monitoringu pohybu pracovních soupřav a spotřeb PHM dostupné.

Hodnoceny byly dvě soupřavy pro základní celoplošné zpracování půdy bez obracení – hloubka kypření při testovaných operacích byla na úrovni 20 cm – jedna soupřava měla záběr 8 m a druhá 6 m. Průměrná spotřeba nafty u soupřavy se záběrem 6 m činila 7,8 l/ha (pracovní operace), u přejezdu po komunikaci 1,9 l/km. U soupřavy se záběrem 8 m poté 9,2 l/ha (pracovní operace), u přejezdu 2,2 l/km. Dále byla hodnocena soupřava pro předseťovou přípravu půdy se záběrem 12 m. Průměrná spotřeba nafty u soupřavy 4,3 l/ha (pracovní operace), u přejezdu po komunikaci poté 1,9 l/km. Provedeno bylo i hodnocení soupřavy složené z traktoru a secího stroje s pracovním záběrem 8 m.

Průměrná spotřeba nafty u soupravy 5,5 l/ha (pracovní operace), u přejezdu po komunikaci poté 1,1 l/km.

Výše uvedené výsledky byly použity pro modelový výpočet spotřeby PHM ve vztahu ke dvěma půdním blokům o výměře 30 ha (příklad 1) a při jejich rozdělení na dva díly půdního bloku o výměře 15 ha (příklad 2) s rozdílnou plodinou (Obrázek 4). Konkrétní výsledky výpočtu poté dokládají tabulky níže (Tabulka 4 a Tabulka 5).



Obrázek 4: Vliv dělení pozemků bez zajištění vhodné návaznosti ploch se shodnou plodinou na nárůst dojezdové vzdálenosti pracovních a transportních souprav.

Tabulka 4: Kalkulace nákladů spotřeby PHM - pracovní souprava pro základní zpracování půdy, záběr 8 m (výpočet je modelován pro situaci zobrazenou viz Obrázek 4).

půdní blok	výměra PB	cesta na pozemek (km)		spotřeba PHM		spotřeba PHM na PB	PHM transport (tam + zpět)	ekvivalent spotřeby PHM *
	(ha)	tam	zpět	pracovní operace	transport	(l)	(l)	(ha)
PB1	30	5	5	9,1 l/ha	2,2 l/km	273	22	2,42
<i>PB 2a</i>	15	5	5	9,1 l/ha	2,2 l/km	136,5	22	2,42
<i>PB 2b</i>	15	5	5	9,1 l/ha	2,2 l/km	136,5	22	2,42
PB 2 celkem	30	10	10	9,1 l/ha	2,2 l/km	273	44	4,84

* spotřeba PHM na transport odpovídá spotřebě PHM na zpracování plochy půdy (v ha), např. na PB1 spotřeba na transport odpovídá spotřebě potřebné na zpracování cca 2,4 ha půdy

Tabulka 5: Kalkulace nákladů spotřeby PHM – pracovní souprava pro setí, záběr 8 m (výpočet je modelován pro situaci zobrazenou viz Obrázek 4).

půdní blok	výměra PB	cesta na pozemek (km)		spotřeba PHM		spotřeba PHM na PB	PHM transport (tam + zpět)	ekvivalent spotřeby PHM *
	(ha)	tam	zpět	pracovní operace	transport	(l)	(l)	(ha)
PB1	30	5	5	5,5 l/ha	1,1 l/km	165	11	2,00
<i>PB 2a</i>	15	5	5	5,5 l/ha	1,1 l/km	82,5	11	2,00
<i>PB 2b</i>	15	5	5	5,5 l/ha	1,1 l/km	82,5	11	2,00
PB 2 celkem	30	10	10	5,5 l/ha	1,1 l/km	165	22	4,00

* spotřeba PHM na transport odpovídá spotřebě PHM na zpracování plochy půdy (v ha), např. na PB1 spotřeba na transport odpovídá spotřebě potřebné na zpracování cca 2 ha půdy

Součástí prostorového rozmístění půdních bloků v krajinném prostoru je i jejich návaznost na komunikace a zajištění přístupů z komunikací na pozemek. Umístění sjezdu z komunikace na pozemek určuje celkovou dojezdovou vzdálenost. Počet a rozmístění sjezdů na pozemek určuje potenciál optimalizace pohybu techniky po pozemku a zásadní vliv má na plánování transportu při odvozu produkce. Větší počet sjezdů (vjezdů) na pozemek umožňuje například zvýšení efektivity pracovních souprav (sjezd pro příjezd prázdných souprav a sjezd pro odvoz plných souprav). Zároveň může tento model omezit koncentraci pracovních souprav na veřejných komunikacích, kdy z odlišného sjezdu vede transport po jiné trase, nebo umožňuje snížit riziko potkávání se souprav na úzkých komunikacích II. a III. tříd.

Proces optimalizace může vést k potřebě vybudování nových sjezdů. Jejich budování by mělo podléhat Zákonu č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích. Zákon nerozlišuje účel pozemku – tedy i zemědělský pozemek může být napojen sjezdem. Povolení při oficiálním průběhu výstavby poté vydává příslušný správce či povolující orgán, v případě napojení na komunikaci I. třídy (Ředitelství silnic a dálnic + krajský úřad), II. třídy krajský úřad a u III. třídy obecní úřad obce s rozšířenou působností). V souladu se Zákonem č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, může být vybudování sjezdu spojeno s dočasným nebo trvalým vyjmutím ze zemědělského půdního fondu (ZPF). Jedná-li se o sjezd nezpevněný a slouží-li výhradně k obhospodařování je vztah k zemědělskému půdnímu fondu dán stanoviskem orgánu ochrany ZPF.

Při procesu optimalizace pozemků je součástí primárních analýz monitoring sjezdů na půdní bloky a jejich roztřídění do skupin ve vztahu k nosnosti, velikosti pracovních souprav apod. V současné době neexistuje v České republice žádný evidenční systém dokumentující polohu sjezdů či jejich další parametry. Část sjezdů je identifikovatelná pomocí mapových podkladů, ale většinou následuje případná kontrola na místě. Proces optimalizace pozemků může být spojen i s potřebou vybudování nových sjezdů. Problematika sjezdů na pozemek je v České republice zásadně podceňována i ve vztahu k legislativním podmínkám, které jsou spojeny s omezováním plochy plodiny. Jejich návrh podléhá příslušným ČSN normám, podle typu komunikace, ze které jsou navrhovány (ČSN 73 6109 Projektování polních cest, ČSN 6110

Projektování místních komunikací) včetně nezbytného řešení a schválení rozhledových poměrů.

Souhrnné body kapitoly:

- Vzdálenost půdních bloků od centra zemědělského subjektu významně ovlivňuje ekonomiku provozu – s rostoucí vzdáleností mezi centrem a půdním blokem narůstají náklady na nepracovní přejezdy.
- Přejezdy techniky představují významný podíl pracovního času.
- Dělení půdních bloků bez návaznosti plodin zvyšuje spotřebu PHM.
- Transportní spotřeba PHM odpovídá zpracování několika hektarů půdy.
- Počet a rozmístění sjezdů na pozemek ovlivňují logistiku i bezpečnost provozu.

II.1.1.3 Vnitřní překážky půdního bloku

Historicky byly vnitřní prvky dány především přirozenými překážkami, které nebyly vhodné pro přeměnu plochy na zemědělské využití (remízky, skalní masivy, mokřady apod.) Nárůst vnitřních prvků v půdních blocích lze spojovat především s rozvojem technické infrastruktury (elektrická vedení, plynovody, vodovody apod.), vodohospodářských opatření (meliorace, závlahy a další) a lze počítat i s nárůstem nových environmentálních prvků (tůňe, mokřady apod.). Opomenout nelze ani nárůst staveb jako jsou větrné elektrárny. S nárůstem výměry ploch jedné plodiny a s industrializací technických opatření na pozemcích se však vnitřní překážky stávají významným problémem pro dosažení ekonomicky a energeticky efektivního hospodaření, včetně eliminace ekologických rizik. Kromě standardně hodnocených technických parametrů půdního bloku (tvar, výměra, vstupy na pozemek, výškové převýšení apod.) se vnitřní překážky stávají významným faktorem rozhodujícím o efektivitě uplatnění procesů robotizace a automatizace. Zde se jedná jak o pozemní, tak o letecké autonomní prostředky. Z hlediska procesu optimalizace půdních bloků za účelem zvýšení ekonomické a energetické efektivity a omezení negativního vlivu zemědělství na životní prostředí se vnitřní překážky stávají významným problémem. K problematice stávajícího stavu přispívá rovněž i nekoncepčnost využívání krajiny všemi odvětvími lidské činnosti, omezená (či spíše problematická) evidence a legislativní nejednotnost.



Obrázek 5: Zatížení pozemků energetickou infrastrukturou, vlevo ortofotomapa 50. léta, vpravo aktuální stav (zdroj: <https://geoportal.gov.cz>, ortofotomapa 50. léta, ortofotomapa ČÚZK).

Vnitřní překážky se vyznačují nepravidelným či pravidelným (mnohdy liniovým) rozmístěním na půdním bloku. Tyto překážky lze klasifikovat z hlediska rozdílných parametrů: velikost plochy, tvar

plochy, vliv na plochu pozemku, výška překážky, způsob rozmístění na pozemku apod. Primárně lze překážky uvnitř pozemku rozdělit na:

- Překážky umístěné nad povrchem půdy
- Potenciální překážky umístěné pod povrchem půdy

Překážky umístěné nad povrchem půdy

Energetická infrastruktura:

- Sloupy elektrického vedení – nízké a vysoké napětí: betonové nebo dřevěné vetknuté do země, plocha kolem nich se pohybuje na úrovni jednotek m^2
- Stožáry velmi vysokého a zvláště vysokého napětí: složitější konstrukce se základy, plocha kolem nich se pohybuje na úrovni desítek až stovek m^2
- Trafostanice, obvykle malá zastavěná plocha na úrovni desítek až stovek m^2



Obrázek 6: Častými vnitřními překážkami v půdních blocích jsou sloupy (vlevo) a stožáry (vpravo) elektrického vedení (foto Brant).

Podzemní a vodohospodářské objekty:

- Betonové skruže: studny, revizní šachty apod., většinou neoznačené, plocha kolem nich se pohybuje na úrovni jednotek m^2
- Kanalizační / drenážní šachty: součást meliorací, plocha kolem nich se pohybuje na úrovni jednotek m^2
- Hydranty závlah: kovové nebo plastové (trvalé), plocha kolem nich se pohybuje na úrovni jednotek m^2
- Dočasné rozvody vodovodního vedení na povrchu půdy (sezónní), plocha kolem nich je závislá na struktuře a délce vedení

Speciální technické stavby:

- Větrné elektrárny a jejich neodstraněné základy – plocha kolem nich se pohybuje na úrovni desítek až stovek m^2
- Měřicí a monitorovací stožárky: výzkumné nebo provozní využití, plocha kolem nich se pohybuje na úrovni jednotek či desítek m^2
- Geodetické body: trigonometrické body

Historické a kulturní prvky:

- Do této kategorie lze zahrnout: drobné sakrální stavby, malé vojenské objekty, mezní kameny, hraniční patníky, zbytky staveb apod.

Přírodní a biologické překážky:

- Solitérní stromy: často památné nebo chráněné
- Keřové ostrůvky: remízky, nálety na melioracích apod.
- Plochy půdy mimo kategorii orná půda či trvalé travní porosty uvnitř pozemku: sady, lesíky apod.

Klasifikované a evidované přírodní překážky:

Významný krajinný prvek (VKP) je definován podle § 3 odst. 1 písm. b) zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Představuje ekologicky, geomorfologicky nebo esteticky hodnotnou část krajiny, která utváří její typický vzhled nebo přispívá k udržení její stability. Mezi VKP jsou dle zákona automaticky řazeny např. lesy, vodní toky, rybníky, jezírka, rašeliniště, údolní nivy, tak i další prvky registrované podle

zákona, které mohou být např. remízky, meze, mokřady, stepní trávníky, trvalé travní plochy, skalní výchozy apod.

Ve smyslu zemědělské legislativy (např. zákon o zemědělství č. 252/1997 Sb. a následující prováděcí předpisy) se pojem krajinný prvek (KP) používá pro jakýkoliv prvek krajiny (přírodní či antropogenní), který má ekologický, estetický nebo prostorový charakter a který je součástí zemědělské krajiny – zejména prvky jako remízky, stromořadí, meze, tůně, mokřady, pásy travních porostů apod., které zvyšují biodiverzitu a ekologickou stabilitu krajiny. Krajinný prvek není samostatně definován v zákoně o ochraně přírody a krajiny. Jde o odborný a zemědělský pojem, který je legislativně používán a regulován nepřímo, zejména v zemědělské a dotační legislativě. Typicky se může jednat o meze, remízky, stromořadí, solitérní stromy, tůně, mokřady, zatravněné pásy, terénní hrany apod. Nařízení vlády č. 307/2014 Sb., o stanovení podrobností evidence využití půdy podle uživatelských vztahů (*Sbírka zákonů ČR*, 2014), bylo součástí dřívějšího systému podmíněnosti v rámci společné zemědělské politiky a řešilo evidenci půdy a neproduktivních objektů jako krajinných prvků. Toto nařízení bylo postupně nahrazeno novým právním rámcem podmíněnosti, který je dnes upraven především v Nařízení vlády č. 73/2023 Sb., o stanovení pravidel podmíněnosti plateb zemědělcům (*Sbírka zákonů ČR*, 2023), jež obsahuje pravidla pro zachování neproduktivních ploch a krajinných prvků jako podmínku pro přímé platby.

Potenciální překážky umístěné pod povrchem půdy

Inženýrské sítě (neviditelné, ale chráněné):

- Plynovod / produktovod: značené, vazba na hloubku zpracování půdy, opravy meliorací apod. Omezení realizace objektů, včetně staveb – střediska pro servis a obsluh autonomních prostředků apod.
- Vodovodní řady: někdy značené, vazba na hloubku zpracování půdy, opravy meliorací, omezení přejezdů těžké mechanizace apod. Omezení realizace objektů, včetně staveb – střediska pro servis a obsluh autonomních prostředků apod.
- Optické a metalické kabely: často jen orientačně značené. Omezení realizace objektů, včetně staveb – střediska pro servis a obsluh autonomních prostředků apod.

V rámci optimalizace půdních bloků je cílem uzpůsobení jejich tvaru tak, aby při práci mechanizace bylo eliminováno jejich objíždění spojené s vícenáklady na PHM, osiva, hnojiva apod. Dále lze u nízkých překážek tvořených třeba velkými kameny, skalním výchozem, nebo zarostlými jen nízkou vegetací, které lze přejet s rameny postřikovače v pracovní poloze, provést vyjmutí z plochy půdního bloku na aplikačních mapách. Tím lze zajistit návaznost pracovních jízd postřikovače s individuálním vypínáním trysek bez omezení výkonu.

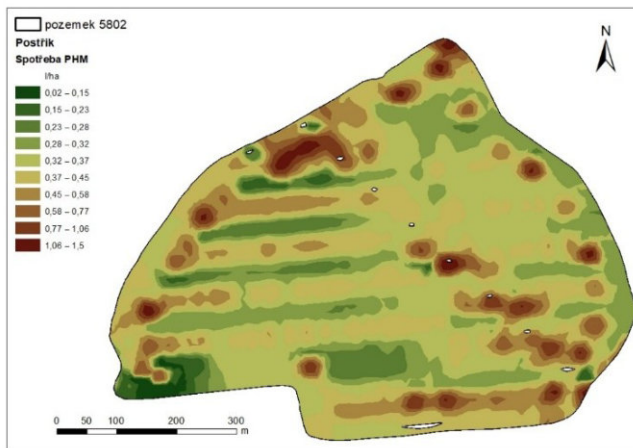
Al-Amin et al. (2023) uvádějí, že velikost a tvar polí mají zásadní vliv na polní efektivitu a výrobní náklady, zejména u konvenční techniky provozované na malých a nepravidelně tvarovaných polích. Zároveň však poukazují na skutečnost, že se jejich studie se zaměřila na geometrii pole na úrovni jeho hranice, bez předpokladu vnitřních překážek. Z hlediska dalšího studia by se měla věnovat pozornost vlivu vnitřních prvků pole, jako jsou stromy a mokřady uvnitř pole, aby bylo možné lépe reprezentovat reálné podmínky polí a přesněji odhadnout provozní a ekonomické dopady fragmentované zemědělské krajiny.

Způsob pohybu pracovních souprav bez cílené optimalizace tvaru pozemku, či bez optimalizace trajektorií, je ponechán na rozhodnutí obsluhy. Z hlediska monitoringu trajektorií pracovních souprav ze zemědělské praxe je patrné, že způsob jejich objíždění je závislý i na typu pracovní operace. Na obrázku (Obrázek 7) je patrný rozdíl pohybu souprav při aplikaci minerálních hnojiv a postřikovače. Při aplikaci

minerálních hnojiv dochází z vyhnutí se překážce, čímž však může docházet k přehnojení již aplikovaných jízd a k vynechávkám mezi vychýlením trajektorie kolem překážky a následnou jízdou. Tento způsob vychází i z dosavadní technické úrovně aplikačních systémů, že využití sekční kontroly u rozmetadel není pro tyto případy reálné. U práce postřikovačů se dominantně setkáváme se systémy objetí překážky, kdy při využití sekční kontroly dochází k eliminaci opakovaného dávkování, tedy překrytí již aplikované plochy. Výhodou postřikovačů se sekční kontrolou a individuálním vypínáním trysek je i rovnoměrnost dávkování během otáčky, kdy se mění pracovní rychlost ramen na vnitřním a vnějším oblouku (Obrázek 7). Důvodem tohoto systému pohybu je především omezení vynechávek při regulaci plevelů a škodlivých činitelů. Přestože u postřikovačů dochází k eliminaci překryvů, vede daný způsob k nárůstu zatížení pozemku kolejovými stopami, k nárůstu spotřeby času na práci na pozemku a ke zvýšení poškození porostu, ale také k nárůstu spotřeby PHM (Obrázek 8).



Obrázek 7: Způsob objíždění vnitřních překážek při aplikaci granulovaných minerálních hnojiv rozmetadlem (vlevo) a vpravo při aplikaci kapalných látek postřikovačem (zpracoval Kroulík).



Obrázek 8: Systém objíždění překážek při aplikaci kapalných látek postřikovačem je rovněž spojen s nárůstem spotřeby PHM.

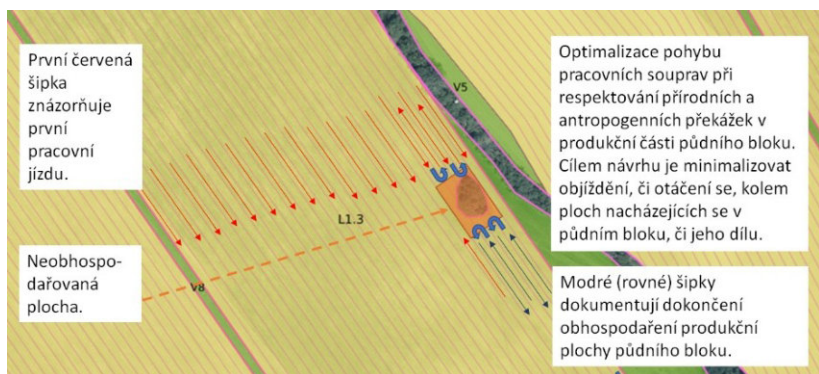
Největší variabilita přístupu obsluh k objíždění překážek je u zpracování půdy (mimo orbu, strip till apod.), viz Obrázek 9. Při objíždění tak vznikají nepravidelně velké zóny s opakovaným zpracováním půdy, se zatížením ploch v důsledku přejezdu kol či pásů apod. Kvalita obsluh rovněž rozhoduje o výši rizika poškození strojů, především při jejich případné práci v přímém vektorovém směru.



Obrázek 9: Pohyb pracovních souprav při objíždění vnitřních překážek při provádění podmítky.

Jednou z možností optimalizace pohybu pracovních souprav ve vztahu k vnitřním enklávám je optimalizace pracovních jízd, aby byl

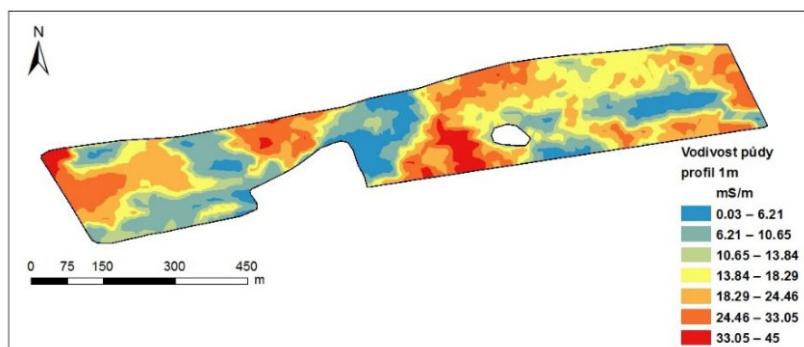
eliminován efekt jejich opakovaného objíždění, který snižuje efektivitu práce a zvyšuje náklady na jednotku plochy. Vhodné řešení optimalizace pracovních jízd vůči vnitřní překážce dokládá Obrázek 10. Toto řešení může být spojeno s poklesem produkční části pozemku. Na druhou stranu je prokázáno, že případné zhutnění půdy na opakovaně přejetých plochách vede k poklesu výnosů. Individuálně je potřeba u konkrétních překážek posuzovat i míru přesevů ve vztahu k navýšení nákladů na osivo (Brant & Kroulík, 2024). Z praktického hlediska je nutné podotknout, že metodický postup řešení daného problému vychází z konkrétní situace.



Obrázek 10: Řešení optimalizace pracovních jízd vůči vnitřní překážce na půdním bloku (Brant & Kroulík 2024).

II.1.2 Variabilita půdního bloku ve vztahu k optimalizaci

Základem optimalizace je rovněž práce s vnitřní variabilitou půdního bloku či jeho dílu. V rámci hodnocení variability půdního bloku lze dle Branta et al. (2020) rozlišit její úroveň na základě makro, mikro a mezovariability. Tito autoři uvádějí, že se makrovariabilita pohybuje v rozmezí desítek až stovek metrů. Z časového hlediska je dlouhodobě stabilní až po několika letech, a její změny jsou spojeny s dlouhodobějším vlivem progresivních prvků krajinného prostoru, jako jsou erozní procesy, vliv rostlinných společenstev, hnojení, zpracování půdy a podobně (Brant et al., 2017). Lorenz a Münchhoff (2015) uvádějí, že základními údaji o variabilitě půdního bloku jsou půdní mapy, mapy reliéfu pozemku, mapy výnosového potenciálu, výnosové mapy, mapy produkce biomasy apod. Brant et al. (2020) poukazují na skutečnost, že typickým příkladem makrovariability půdního bloku je například stanovení elektrické vodivosti, které umožňuje stanovení kvalitativně odlišných zón na hodnoceném pozemku, které následně korelují i s dalšími faktory zachycujícími variabilitu (Obrázek 11). Mezovariabilita se vyznačuje periodickým opakováním daného stavu půdy v rámci makrovariabilního členění půdního bloku. V rámci půdního bloku se pohybuje ve stovkách milimetrů až metrů, horní hranice je ohraničena záběry strojů pro zpracování půdy (Brant et al., 2017; Brant et al., 2020). Mnozí autoři poukazují na skutečnost, že mezovariabilita je výrazně spojena s vlivem zpracování půdy (např. Alletto et al., 2010; Strudley et al., 2008), jiní ji spojují s poklesem horizontální půdní heterogenity (např. Williams et al., 2017). V rámci měřítka plochy u mikrovariability jde o desítky až stovky milimetrů, je vnímána jako v čase velmi nestálá (Brant et al., 2020). V rámci procesů optimalizace pozemků lze jednoznačně pracovat na úrovni makro a mezovariability.



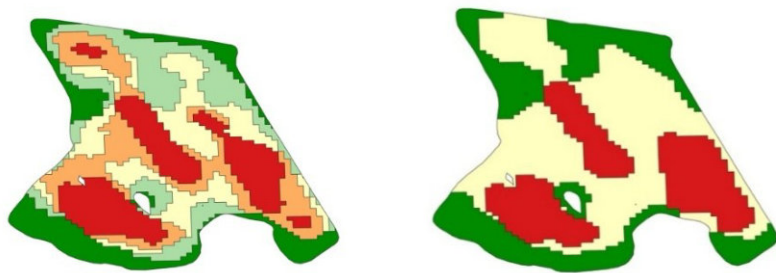
Obrázek 11: Mapa půdní vodivosti, měření bylo provedeno sondou EM 38 (upraveno podle Brant et al., 2017).

II.1.2.1 Variabilita výnosové úrovně půdního bloku

Významnou roli z hlediska monitoringu variability půdního prostředí ve vztahu k vývoji porostů a relativní kvantifikace výnosového potenciálu nabízejí multispektrální družicové snímky poskytované systémem Sentinel 2. V současné době systém nabízí periodicitu snímkování v intervalu 10 dní a rozlišení na úrovni až 10 m. Tyto snímky jsou následně různými platformami využívány pro tvorbu map relativního výnosového potenciálu. Relativní výnosový potenciál vyjadřuje míru produktivity jednotlivých částí DPB. Využití družicových snímků je využíváno pro tvorbu map relativního výnosového potenciálu v případech, kdy nejsou k dispozici víceleté výnosové mapy získané přímo při sklizni. Obecně je relativní výnosový potenciál využíván k detekci rozlišných zón pozemku pro plánování variabilních agrotechnických zásahů jako je variabilní hnojení, variabilní setí apod. (např. Nielsen, 1995; Lowenberg-DeBoer 1998; Hörbe et al., 2013; Norberto et al., 2023). Především determinace méně produkčních (výnosných) zón pozemků je jedním z faktorů zajišťujících provedení prostorové optimalizace porostů, kdy vznik environmentálně-technických ploch je cíleně směřován na méně úrodné části půdních bloků.

Relativní výnosový potenciál

Brant et al. (2024a) uvádějí, že relativní výnosový potenciál poskytuje zonální interpolované informace o produkčním potenciálu pozemku v procentech. Udává tedy, o kolik procent se od středové zóny ostatní části pozemku potenciálně liší. Středová zóna je vnímána jako 100 % a ostatní zóny vůči dané relativní hodnotě vykazují potenciál nižší nebo vyšší (Obrázek 12). V praxi je dominantně využíváno třízonální nebo pětizonální škálování. Pro stanovení relativního výnosového potenciálu jsou dnes dominantně využívány družicové snímky. Z hlediska praktického využití je však nutné kvantifikovat absolutní hodnotu odpovídající dané relativní hodnotě 100 %.



Obrázek 12: Mapa relativního výnosového potenciálu PB při využití třech a pěti škál členění. Tři zóny dle hodnoty potenciálu, červená nejvyšší (Brant et al., 2024a).

Kvantifikace relativního výnosového potenciálu

Zásadním předpokladem pro efektivní využití map relativního výnosového potenciálu je kvantifikace hodnoty výnosu dané plodiny pro škálu odpovídající relativní hodnotě 100 %. Metody kvantifikace hodnot výnosu pro daný DPB vycházejí z dostupnosti dat o výnosech plodin (Brant et al., 2024a):

Dostupnost výnosových dat ze sklizně na základě výnosových map. Výnosové mapy lze v současné době standardně získat pro zrniny ze záznamů výnosoměrů sklízecích mlátiček nebo ze senzorů umístěných na sklízecích řezačkách při sklizni pícnin. U okopanin jsou známy systémy kontinuálního záznamu produkce sklizené plodiny, ale v zemědělské praxi nejsou běžně dostupné. Výnosové mapy slouží nejen ke kvantifikaci reálných výnosů na zónách DPB, ale i k ověření korelace mezi plochami relativního výnosového potenciálu, k doplnění údajů při nekompletní výnosové mapě apod.

Dostupnost výnosů pro plodinu na DPB za delší časovou řadu (min. 3 roky). V těchto případech jsou poté průměrné výnosy použity jako hodnota odpovídající relativní hladině 100 %. Z hlediska proveditelnosti je však tento postup v praxi pro větší část subjektů z důvodu nedostatku kompletních dat problematický. Z hlediska využití map relativního výnosového potenciálu pro variabilní hnojení dusíkem, či variabilní setí

se pracuje pouze s vybranými plodinami (např. ozimá pšenice, jarní ječmen, ozimá řepka).

Dostupnost dat o výnosech plodin bez dlouhodobé časové vazby na DPB. U většiny subjektů jsou dostupné informace o výnosech, ale neposkytují dlouhodobější informace pro daný DPB. Tato situace nemusí vycházet jen z nedostatečné evidence výnosů, ale je způsobena i legislativními požadavky na změny výměr plochy jedné plodiny, změnou držby půdy, změnami ploch DPB v důsledku změn kultury, či vyjmutím ze zemědělské půdy apod. V tomto případě lze kvantifikaci výnosů provést na základě poměrů výnosu k průměrným výnosům celého subjektu, či spíše k jeho dílčím částem vykazujícím podobnost na základě půdního druhu, lokality apod. V tomto případě jsou odhady samozřejmě méně přesné než v předchozích případech. Metodický postup kvantifikace relativního výnosového potenciálu je tak řešen rozdílnými metodickými postupy ve vztahu k relevantnosti dostupných dat.

Absolutní výnosový potenciál na úrovni půdního bloku

Informace o průměrné produktivnosti půdního bloku lze primárně získat z dat výnosů hlavního produktu. Pro přepočtení průměrných výnosů z půdního bloku lze využít koeficientů obilních jednotek nebo jiným způsobem vycházejícím ze srovnání na hodnoty energie. Na základě stanovení ročních a následně víceletých hodnot produkce všech PB lze modelově stanovit průměrné výnosy hlavních plodin pro všechny půdní bloky. Spolehlivé modely fungují pro osevní postupy s dominantním zastoupením plodin, kde jsou hlavním produktem semena. Problematické je však modelování průměrných výnosů u plodin, jejichž zastoupení v osevním postupu meziročně kolísá, např. mák setý, meziplodiny na semeno apod. Dostatek dat v čase a v prostoru lze většinou zajistit i u jednoletých píceň na orné půdě. Problematické je hodnocení výnosnosti u víceletých píceň na orné půdě, kdy korelace ovlivňuje trend poklesu výnosů v rámci užitkových let a malé zastoupení jednotlivých výnosů v rámci užitkových let. To je způsobeno většinou dostupností dat o výnosech většinou v intervalu 6 až 10 let. V rámci této doby se dané plodiny v osevním postupu vyskytnou většinou jen jednou (Brant et al., 2026).

Stanovení na úrovni dlouhodobé evidence výnosů plodin

Brant et al. (2026) uvádějí, že v současné době jsou pro stanovení výnosnosti půdního bloku nejčastěji využívány záznamy z evidencí výnosů hlavního produktu, které jsou evidovány subjektem. Při dostatečném počtu dat pro jednotlivé DPB lze modelovat výnosnost pro všechny obhospodařované pozemky. Na obrázku (Obrázek 13) je znázorněn průměrný výnos kukuřice seté za období 2016 až 2024 na půdních blocích zemědělského subjektu. Stanovení průměrné výnosnosti půdních bloků pro dané plodiny umožňuje i přesnou kvantifikaci potenciálních tržeb pro rozdílné úrovně tržní ceny. Na obrázku (Obrázek 14) jsou zachyceny průměrné výnosové úrovně půdních bloků pro ozimou pšenici přepočtené dle reálné tržní ceny komodity za období let 2017 až 2024 a snížené o průměrné náklady podniku (včetně režii) na hektar ozimé pšenice.

Využití senzorů monitoringu výnosu a kvality produktu

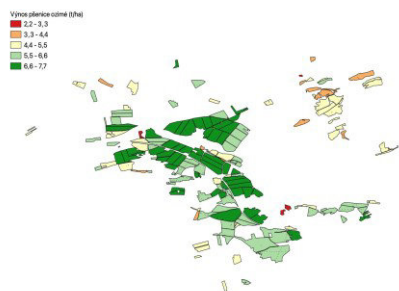
V současné době lze pro stanovení produktivnosti plodin na půdním bloku využít primárně údaje ze sklízecích řezaček – NIR senzory (Brant et al., 2025a, 2025b). Jejich využití hraje základní roli pro kvantifikaci produktu na poli, ale umožňuje produktivitu pozemku hodnotit i na základě kvalitativních parametrů, včetně vyjádření nákladů na jednotku produkce či jednotku dané skupiny látek (např. škrob a cukr). Obrázek 15 dokládá výsledky analýzy produkce silážní kukuřice na půdních blocích v daném hospodářském roce, které jsou škálovány na výnosové úrovně. Data byla získána pomocí senzoru John Deere HarvestLab 3000 umístěného na sklízecí řezačce. Kromě produkce biomasy lze následně pracovat i s hodnotami produkce škrobu, cukrů, popelovin a dalších parametrů v tunách na ha (Brant et al., 2026).

Zásadní význam monitoringu výnosu a kvality píce sklízecí řezačkou vybavenou NIR senzorem (Obrázek 15) je zásadní i pro hodnocení výnosnosti trvalých travních porostů, kde při sklizni mnohdy dochází k doplňování souprav na dalším půdním bloku a výnosy nelze vážením poté specifikovat. Využití sklízecí řezačky je v praxi spojeno se skutečností, že jeden stroj ve většině případů sklízí celý pozemek, čím je zajištěna dostupnost informací pro celý pozemek.

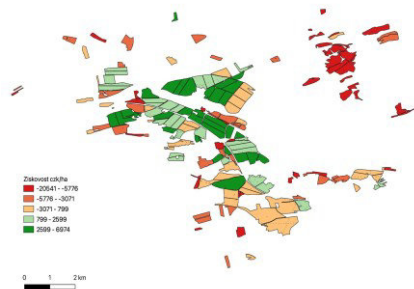


Obrázek 13: Průměrné výnosy kukuřice seté (čerstvá biomasa, t/ha) na půdních blocích orné půdy, zpracováno za období 2015 až 2025 (Brant et al., 2026).

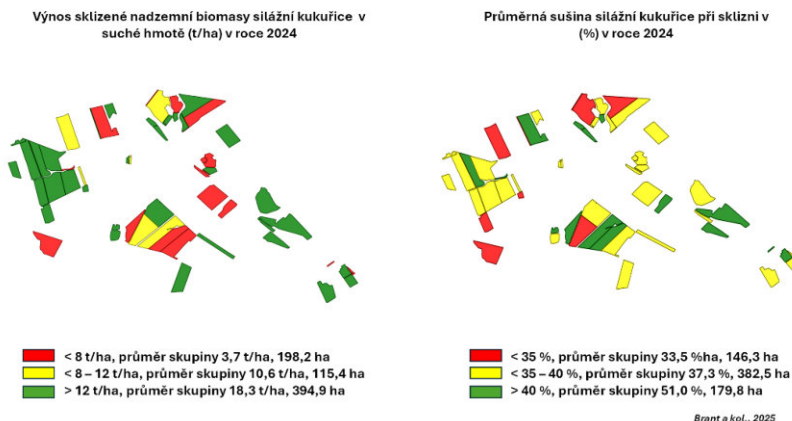
Průměrný kalkulovaný výnos ozimé pšenice (t/ha) za období 2017 až 2024 stanovený pro všechny půdní bloky na orné půdě.



Rozdíl tržeb za prodej ozimé pšenice stanovený pro průměrný výnos za období 2017 až 2024 na daném půdním bloku a reálných nákladů podniku v roce 2024 na jeden ha pšenice.



Obrázek 14: Průměrný kalkulovaný výnos ozimé pšenice (t/ha) za období 2017 až 2024 stanovený pro všechny půdní bloky na orné půdě a rozdíl tržeb za prodej ozimé pšenice stanovený pro průměrný výnos za období 2017 až 2024 na daném půdním bloku (Kč/ha) a reálných nákladů podniku v roce 2024 na jeden ha pšenice (Kč/ha), (Brant et al., 2026).



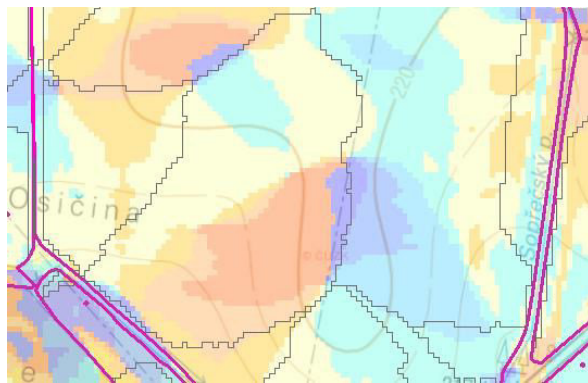
Obrázek 15: Kvantifikace půdních bloků z hlediska tříd výnosu sklizené suché nadzemní biomasy a sušiny sklizené biomasy v roce 2024 v konkrétním zemědělském subjektu (Brant et al., 2026).

Souhrnné body kapitoly:

- Optimalizace pozemků musí vycházet z prostorové variability půdy, reliéfu a výnosového potenciálu.
- Relativní výnosový potenciál umožňuje rozdělit pozemek do produkčních zón.
- Z pohledu výnosového potenciálu je nutné brát na zřetel kvalitu podkladů – zejm. délka časové řady. Problematická je změna hranic DPB.

II.1.2.2 Faktory definující variabilitu půdního bloku

Základem monitoringu vnitřní variability půdního bloku je dostupnost zdrojových dat na jejichž základě lze provést škálování zón jeho variability. Samotné hodnocení variability je vždy závislé na hustotě a struktuře hodnocených bodů na zájmové ploše (Brant et al., 2020). Zásadním problémem, který se v praxi výrazně opomíjí, je i stabilita daného faktoru v čase a jeho závislost na změnách ovlivňujících parametrů. Mezi nejstabilnější jsou považovány geologické a některé půdní parametry, kde se jejich změna v čase zásadním způsobem nepředpokládá (jedná se např. o informace o horninovém složení, půdních typech a druzích apod.). Tyto informace jsou však pro podmínky České republiky dostupné jen na základě omezeného počtu odběrových bodů a jejich interpolace se ve většině případů do zachycení změn variability půdního bloku nepromítne. Dalším stabilnějším faktorem je reliéf půdního bloku (Obrázek 16), který lze dobře monitorovat a následně propojit s dalšími faktory, se kterými koreluje.



Obrázek 16: Mapy variability reliéfu půdního bloku (Kapička et al., 2017).

Půdní faktory variability

Na úrovni půdního bloku lze identifikovat několik základních parametrů, které variabilitu popisují.

Mezi klíčové charakteristiky patří především půdní typ a subtyp, které vyjadřují genetické vlastnosti půdy a její dlouhodobý vývoj. Na ně navazuje půdní druh, resp. zrnitostní složení, které nejvýznamněji ovlivňuje vodní režim půdy, infiltrační schopnost a dostupnost vody pro rostliny (Vopravil, 2010). Tyto vlastnosti se přímo promítají do prostorové diferenciace výnosového potenciálu v rámci půdního bloku.

Významnou skupinu představují fyzikální vlastnosti půdy, zejména objemová hmotnost, pórovitost a infiltrační schopnost. S těmito parametry úzce souvisí náchylnost půdy k utužení, která je dána kombinací zrnitostního složení, aktuální vlhkosti půdy a způsobu jejího obhospodařování. Utužení půdy vede ke snížení infiltrace vody, omezení růstu kořenového systému a ke zvýšení povrchového odtoku, čímž nepřímo zvyšuje riziko erozních procesů. Prostorová variabilita náchylnosti k utužení tak představuje významný faktor při návrhu diferencovaného hospodaření v rámci půdního bloku.

Další významnou skupinu tvoří chemické a biologické vlastnosti půdy, zejména obsah organické hmoty obecně vyjadřovaný obsahem oxidovatelného uhlíku (Cox), obsah přístupných živin a půdní reakce (pH). Obsah organické hmoty zásadně ovlivňuje retenční schopnost půdy, její strukturu a stabilitu půdních agregátů. Vyšší obsah Cox je obecně spojen s vyšší infiltrační schopností a nižší náchylností k erozi, zatímco půdy s nízkým obsahem organické hmoty vykazují vyšší degradaci a nižší produkční stabilitu.

Z hlediska rizik je nutné zohlednit také náchylnost půdy k degradačním procesům, zejména k vodní erozi, utužení a případně i k tvorbě půdního škraloupu. Tyto procesy jsou úzce vázány na kombinaci půdních vlastností a reliéfu a jejich prostorová variabilita je klíčová pro návrh optimalizačních opatření. Specifickou skupinu pak tvoří obsah rizikových prvků, zejména těžkých kovů, které mohou limitovat produkční využití části půdního bloku.

Řada uvedených vlastností je synteticky vyjádřena prostřednictvím bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ), které integrují informace o klimatickém regionu, půdním typu, zrnitosti, sklonitosti a expozici. BPEJ tak představují základní datový podklad pro hodnocení

variability půdního bloku, přestože jejich prostorové rozlišení nemusí vždy odpovídat skutečné heterogenitě stanoviště.

Z hlediska dostupnosti dat jsou půdní charakteristiky získávány především z databází BPEJ a z údajů vedených ÚKZÚZ. Tyto zdroje lze doplnit terénním měřením, které umožňuje zpřesnění prostorové variability zejména u parametrů s vyšší dynamikou v čase, jako je obsah organické hmoty, aktuální stav utužení nebo zásoba přístupných živin.

- Půdní druh – zrnitost
- Půdní typ
- Skeletovitost půdy
- Hloubka půdy
- Obsah Cox
- Infiltrační vlastnosti
- Náchylnost k utužení
- Náchylnost k acidifikaci

Tabulka 6: Příklad základních půdních vlastností stanovovaných na DPB v rámci environmentálního modelování (VÚMOP, 2024).

Půdní vlastnosti	Kategorie	Rozsah hodnot	Zdroj
Půdní typ	kambizem	-	DMP
Půdní druh (zrnitost)	hlinitopísčitá – písčitolhinitá	10–30 % jílnatých částic	KPP
Hloubka	středně hluboká	30-60 cm	KPP
Hydrologická skupina	B – půdy se střední rychlostí infiltrace	0.1–0.2 mm.min ⁻¹	BPEJ
Infiltrace a propustnost	vyšší střední	0.15 - 0.20 mm.min ⁻¹ ₁	BPEJ
Retenční vodní kapacita	nižší střední	100–160 l.m ⁻²	BPEJ
Využitelná vodní kapacita	nižší střední	80–109 l.m ⁻²	BPEJ
Obsah org. uhlíku (Cox %)	střední	1,2-1,32 %	DMP
Půdní reakce [pH KCl]	kyselá	5,3-5,5	DMP
Objemová hmotnost	nevyhovující stav	1,4-1,44 g/cm ³	DMP

Reliéfny faktory variability

Vedle půdních vlastností představuje reliéf druhý klíčový faktor determinující variabilitu půdního bloku. Na rozdíl od většiny půdních parametrů se vyznačuje vysokou stabilitou v čase a zároveň významně ovlivňuje distribuci vody, transport půdních částic i prostorové rozložení produkčního potenciálu.

Základními charakteristikami reliéfu jsou především sklon svahu, jeho expozice a délka svahu. Sklon svahu přímo ovlivňuje rychlost povrchového odtoku a intenzitu erozních procesů, zatímco expozice modifikuje mikroklimatické podmínky stanoviště, zejména teplotní a vlhkostní režim. Délka svahu pak určuje potenciál pro akumulaci odtoku a tím i míru transportu půdních částic.

Významnou roli hrají také hydrologické charakteristiky reliéfu, jako je akumulace odtoku, průběh odtokových linií a tvar svahu vyjádřený konvexitou či konkávností. Tyto parametry umožňují identifikovat zóny akumulace a odnosu materiálu, které jsou klíčové pro hodnocení erozní ohroženosti a návrh opatření v rámci optimalizace půdního bloku.

Reliéfny charakteristiky jsou v současnosti velmi dobře dostupné díky digitálním modelům terénu poskytovaným Českým úřadem zeměměřickým a katastrálním (ČÚZK). Tyto podklady lze dále kombinovat s hydrologickými daty, například z databáze DIBAVOD, která umožňuje zpřesnění analýzy odtokových poměrů v území.

Časová stabilita a vysoké prostorové rozlišení představují, že data ohledně reliéfu jsou jedním z nejvhodnějších podkladů pro detailní analýzu variability půdního bloku. Jejich integrace s půdními charakteristikami je klíčová pro návrh prostorově diferencovaných opatření.

- Sklonitost
- Expozice
- Délka svahu
- Odtokové linie – DSO

II.1.3 Variabilita jako důsledek agrotechnických postupů ve vztahu k optimalizaci

II.1.3.1 Degradace půdy v důsledku přejezdů mechanizace

Způsoby pohybu zemědělských souprav po pozemcích, které jsou ovlivňovány tvarovými a velikostními parametry půdních bloků, včetně interakce s reliéfem zájmového území, mají výrazný vliv na degradační procesy půdy, včetně zhutnění půdy (např. Horn et al., 2000; Botta et al., 2006; Berisso et al., 2012). Vliv pohybu zemědělských souprav po pozemku spojený se zhutněním půdy se následně projevuje snížením infiltračních procesů (např. Hamza a Anderson, 2003; Silva et al., 2008), zvýšením erozních rizik (např. Batey, 2009), negativním ovlivněním koloběhu živin a funkce mikrobiálních společenstev (např. Dolan et al., 1992; Kristoffersen a Riley, 2005; Pupin et al., 2009) a samozřejmě i poklesem produkce zemědělských plodin (např. Ishaq et al., 2001; Saqib et al., 2004).

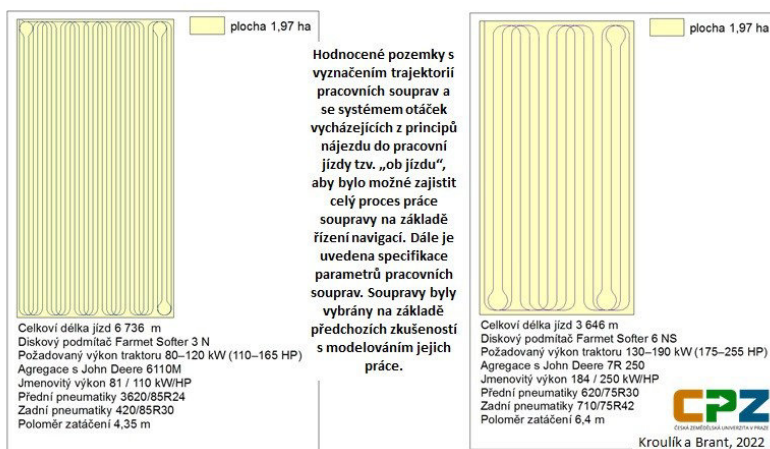
Optimalizace a legislativní zásahy jsou mnohdy spojeny se snižováním výměry produkčně obhospodařované plochy či dílu půdního bloku. Zmenšení výměry půdního bloku či jeho dílu i při optimálním tvaru pozemku může vyvolat i změny na úrovni záběrů pracovních souprav. Následná analýza dokládá srovnání vlivu snížení pracovního záběru pracovních souprav na celkovou délku jízdy pracovních souprav na shodném pozemku, na velikost plochy pozemku pokryté kolejovými stopami, které mají negativní vliv na půdu na ploše pozemku (snížení infiltrace, zhutnění půdy, snížení výnosů apod.), na produkční ploše (kde souprava pouze pracuje a neprovádí nepracovní jízdy) a na souvratích, které slouží k otáčení pracovních souprav, ale zároveň jsou použity pro pěstování plodin. Zvýšení přejezdů na souvrati snižuje produktivnost těchto ploch, plodin, ale zásadním způsobem zhoršuje půdní vlastnosti, zvyšuje spotřebu PHM a produkci skleníkových plynů apod. Snížení záběru pracovní soupravy má vždy vliv na zvýšení délky přejezdů a je spojeno s navýšením spotřeby PHM (nelze argumentovat nižším výkonem tažného prostředku při tzv. „slabším motoru“).

Pro zjednodušení pochopení problematiky byl zvolen jednoduchý tvar pozemku, nepravidelné tvary (což je v praxi běžnější) budou všeobecně délku nepracovních jízd zvyšovat a tím i procento přejeté plochy.

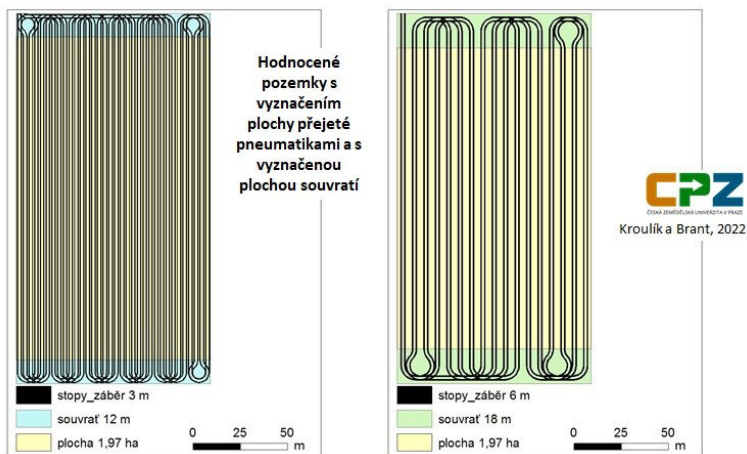
Následující obrázky dokládají výsledky modelového posouzení vlivu pracovních souprav na hodnocené parametry při změně záběru. Obrázek 17 dokládá stanovené linie pracovních souprav navržené tak, aby se stroje pohybovaly na souvratích omezeně a aby bylo možné řídit soupravu na základě navigace, která zpřesní pohyb a omezí další neefektivní pohyb po pozemku. Obrázek 18 znázorňuje přesně vypočítané plochy kolejových stop a plochy souvratí.

Celkové hodnocení vlivu změny záběru pracovních souprav jako reakce na velikost výměry dílu půdního bloku zachycuje Tabulka 7. Z výsledků jednoznačně vyplývá, že:

- Zmenšení pracovního záběru vede k prodloužení délky jízdy po pozemku.
- Snížení záběru zvýší pokrytí plochy pozemku kolejovými stopami.



Obrázek 17: Modelové posouzení vlivu pracovních souprav (použity jsou zcela reálné pracovní soupravy) na hodnocené parametry při změně záběru pracovní soupravy.



Obrázek 18: Přesná kalkulace plochy kolejových stop a plochy souvratí pro modelové pozemky.

Souhrnné body kapitoly:

- Pohyby mechanizace významně ovlivňují degradaci půdy – zejm. ovlivňují zhutnění půdy, snížení infiltrace, zvýšení erozního rizika.
- Zmenšení pozemku často vede ke snížení pracovního záběru souprav – dochází k většímu počtu jízd a zatížení půdy kolejovými stopami.
- Snížení pracovního záběru z 6 m na 3 m:
 - výrazně prodlužuje celkovou délku jízd až o 85 %
 - zvyšuje se podíl přejeté plochy o 7,9 proc. bodu
 - plocha přejetá pneumatikami se zvýší o 36 %
- U nepravidelných pozemků se problematika přejezdů zhoršuje.
- Optimalizace trajektorií mohou omezit negativní dopady.

Tabulka 7: Celkové hodnocení vlivu změny záběru pracovních souprav jako reakce na velikost výměry dílu půdního bloku na vybrané parametry práce pracovních souprav a půdního bloku.

hodnocené parametry	hodnocení celkové plochy pozemku		hodnocené PP (bez plochy souvratě)		hodnocení plochy souvratě	
	záběr soupravy					
	6 m	3 m	6 m	3 m	6 m	3 m
1. délky trajektorií souprav (m)	3 645,8	6 763,2	2 840,8	5 760,3	805,0	1 002,8
2. plocha přejetá pneumatikami (m²) – půdorys plochy pozemku, kde není napočteno opakované přejetí	4 106,2	5 590,1	3 273,1	4 838,3	834,6	751,4
3. plocha přejetá pneumatikami (m²) navýšená o plochu opakovaného přejetí	4 447,5	5 680,9	3 465,6	4 838,7	981,6	842,2
4. plocha opakovaně přejetá (m²) - rozdíl sloupců 3 a 2	341,3	90,8	192,5	0,4	147,0	90,8
5. přejetá plocha pozemku – bez zahrnutí plochy opakovaného přejezdu (%)	20,8	28,7	20,3	28,0	22,6	33,6
6. přejetá plocha pozemku navýšená o opakované přejezdy (%)	22,5	28,2	21,5	28,0	26,6	30,0
7. plocha modelového pozemku (m²)	19 788,0	19 788,0	16 098,1	17 280,9	3 689,9	2 507,1

II.1.3.2 Úhel nájezdu mechanizace do produkční zóny DPB

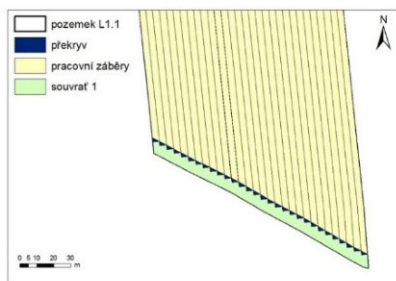
Jedním z parametrů optimalizace tvaru DPB je optimalizace úhlu nájezdů pracovních souprav ze souvratě do vnitřní části produkční plochy. V rámci dosavadních standardních pracovních operací dochází k opětovnému zpracování půdy, přeseť, opakované aplikaci hnojiv a pesticidů, bioagens apod. na plochy nacházející se na hranici souvratě a vnitřní části produkční plochy z důvodu úhlu svírajícího hranici souvratě (ta vychází z hranice pozemku) a osy pracovních jízdy pracovních souprav.

Tato skutečnost přispívá k navýšení nákladů na jednotku plochy, protože je následně o tyto plochy zvýšena celková výměra zpracované, oseté či aplikované plochy DPB. Na dalším obrázku (Obrázek 19) je znázorněn vliv úhlu souvratě vůči linii trajektorií pracovních souprav s kvantifikací opakovaně oseté plochy při setí u secího stroje o pracovním záběru 4 m. K opakování agrotechnického opatření však dochází při všech pracovních operacích. Kromě ekonomických ztrát lze hovořit i o ekologických rizicích, která jsou spojena s navyšováním spotřeby pohonných hmot (PHM, Obrázek 20) a vstupů, včetně hnojiv, pesticidů a osiv (Obrázek 21). Především přesevy jsou spojeny i se zvýšením hustoty porostů a mnohdy na těchto místech dochází k polehání porostů, či ke změně jejich termínu dozrávání apod.

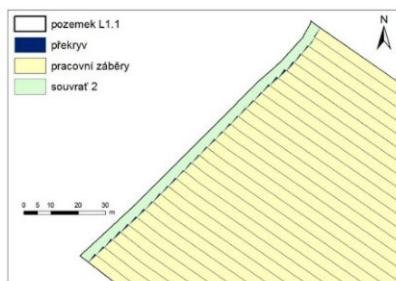
S narůstáním velikosti úhlu mezi hranicí souvratě a směrem pracovní jízdy v rozmezí 0° až 45° (předpokladem je, že u většiny DPB se úhel mezi hranicí souvratě a směrem trajektorie pracovní jízdy pohybuje v tomto rozmezí) dochází k nárůstu opakovaně obhospodařované plochy. Velikost opakovaně obhospodařované plochy zároveň následně narůstá s pracovním záběrem stroje. Obrázek 22 dokumentuje vliv úhlu nájezdu soupravy ze souvratě do vnitřní části produkční plochy v závislosti na pracovním záběru soupravy.

Při nájezdovém a výjezdovém úhlu 45° dochází u secího stroje k přesevu souvratě:

při záběru **6 m** dochází k přesevu ve **výši 10 %**,
při záběru **8 m** dochází k přesevu ve **výši 32 %**,
při záběru **12 m** dochází k přesevu ve **výši 73 %**.

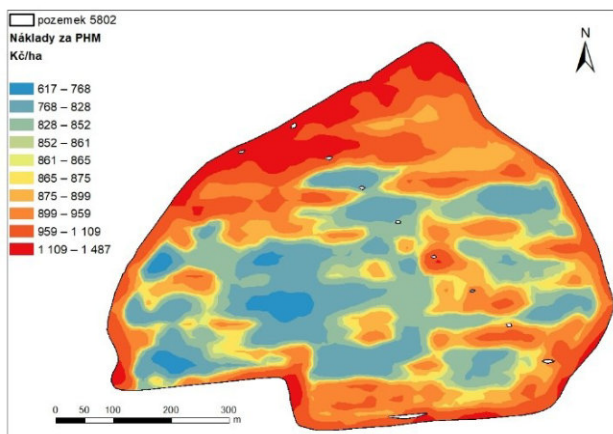


Přesetá plocha 160,8 m². 30 záběrů
secího stroje se záběrem 4 m.

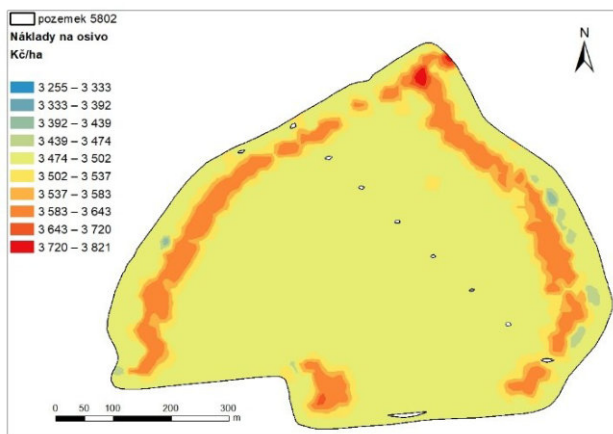


Přesetá plocha 33,4 m². 30 záběrů
secího stroje se záběrem 4 m.

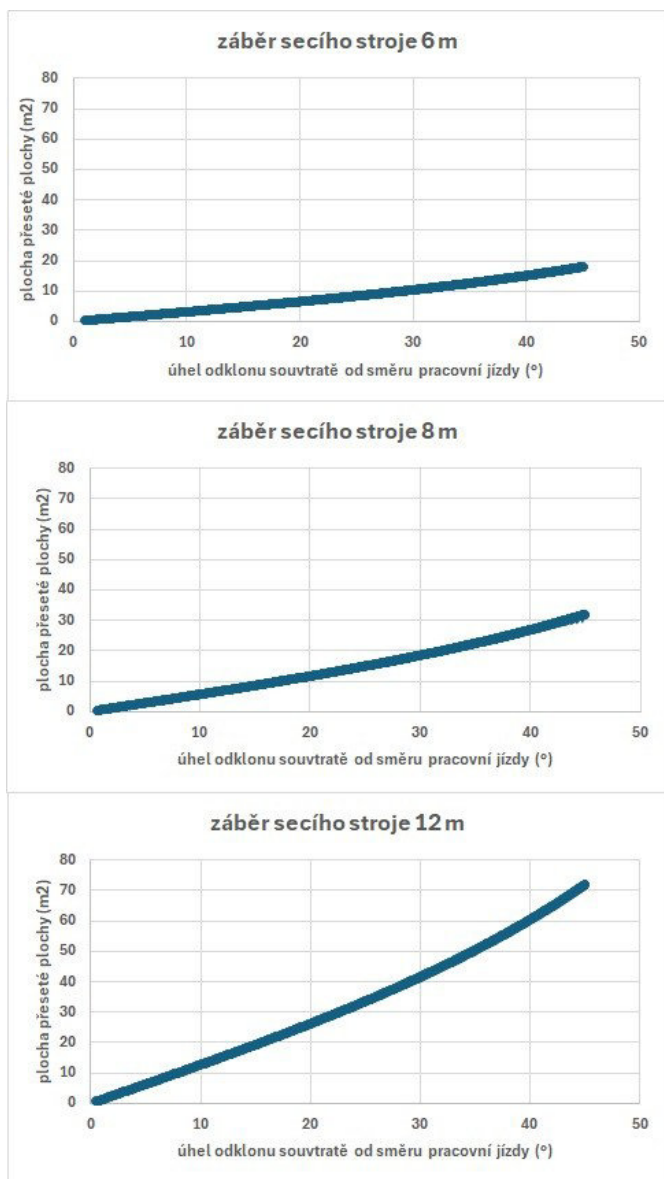
Obrázek 19: Vliv úhlu souvratě vůči linii trajektorií pracovních souprav s kvantifikací opakovaně oseté plochy při setí u secího stroje o pracovním záběru 4 m.



Obrázek 20: Náklady na spotřebu pohonných hmot (PHM, Kč/ha) na DPB při pěstování pšenice ozimé (souhrn všech pracovních operací). Na obrázku je dominantní efekt spotřeby PHM na souvratích, který je kumulativním efektem spotřeby PHM při otáčení, dominantním vlivem zpracování kolejovými stopami zatížené půdy a duplicitou pracovních operací na hranicích souvratě a vnitřní produkční části PB.



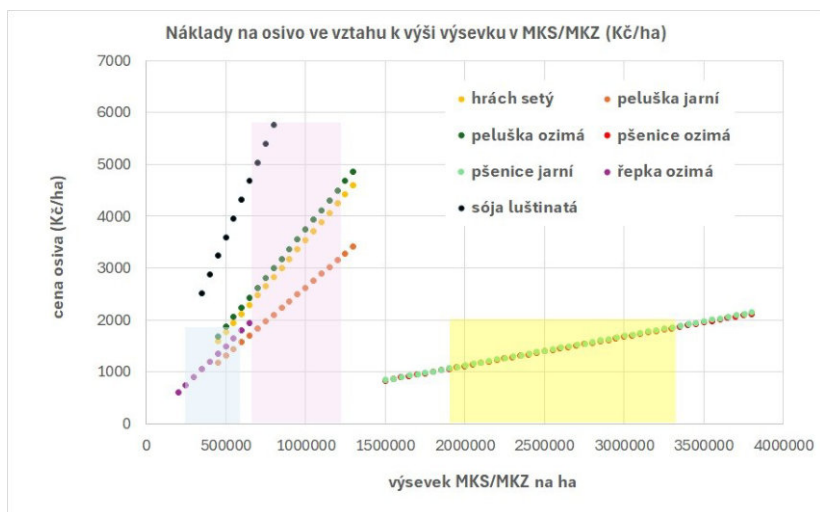
Obrázek 21: Jednoznačný vliv přesevů na souvratích, který se promítá do navýšení nákladů na osivo ozimé pšenice na hranicích souvratě a vnitřní části DPB.



Obrázek 22: Vliv úhlu nájezdu soupravy ze souvratě do vnitřní části produkční plochy v závislosti na pracovním záběru soupravy.

Z hlediska následné kalkulace vlivu opakovaného provedení pracovní operace na těchto zónách PB či DPB lze vycházet z plochy na délku jednotky souvratě ve vztahu k nákladům na jednotku spotřeby PHM, aplikovaného hnojiva, pesticidu či osiva. Jako modelový příklad odhadu zvýšení nákladů na jednotku plochy pozemku na jednotku délky souvratě při daném úhlu mezi hranicí souvratě a směrem trajektorie pracovní jízdy lze použít příklad secího stroje. Do výpočtu je však nutné zahrnout náklady na osivo, které se však liší při konstantní ceně výsevním množstvím. V rámci stanovení výše výsevku se však u plodin vysévaných na počet jedinců v rámci zemědělské praxe počítá s počtem klíčivých semen na jednotku plochy (např. kukuřice setá, cukrová řepa, slunečnice roční apod.). U plodin vysévaných pomocí secích strojů pro setí do úzkých řádků se výsevek stanovuje v jednotkách hmotnosti osiva na jednotku plochy se započítáním čistoty a klíčivosti. Z hlediska ekonomické kalkulace je však u většiny plodin vhodné počítat vždy s náklady na osivo pro počet klíčivých semen na jednotku plochy. Obrázek 23 dokumentuje modelové náklady na osivo vybraných plodin na jednotku plochy v závislosti na počtu jedinců (klíčivých semen). Cenová kalkulace vychází z průměrných cen osiv za období let 2020 až 2024 získaných z ceníkových cen tří prodejců osiv pro každou plodinu. Průměrné ceny osiva za výsevní jednotku či za tunu dokládá Tabulka 8.

Náklady na osivo pro kukuřici setou, sóju luštinatou a pšenici ozimou pro konkrétní počet jedinců na jednotku plochy ve vztahu k úhlu mezi hranicí souvratě a směrem pracovní jízdy (interval 0° až 45°) vyjádřené pro délku souvratě 1 m dokládají Obrázek 23 až Obrázek 26. U plodin jako je kukuřice setá dochází k nárůstu nákladů na osivo v závislosti na úhlu odklonu od pravého úhlu nájezdu a v závislosti na výši výsevku v rozmezí 100 až 1 600 Kč na 1 000 m délky souvratě. U ozimé pšenice jsou náklady na přeseť nižší, ale z hlediska ekonomických dopadů se projevuje výše osevních ploch v rámci zemědělského subjektu.

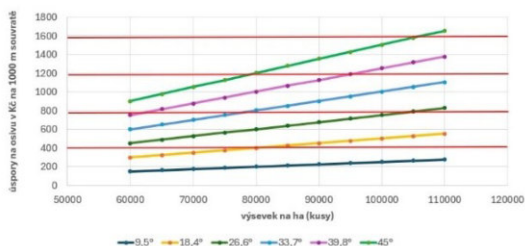


Obrázek 23: Modelové náklady na osivo (Kč/ha) vybraných plodin na jednotku plochy v závislosti na počtu jedinců (klíčivých semen). Cenová kalkulace vychází z průměrných cen osiv za období let 2020 až 2024 získaných z ceníkových cen třech prodejců osiv pro každou plodinu.

Tabulka 8: Ceny miliónu klíčivých semen (MKS) či miliónu klíčivých zrn (MKZ) vycházející z průměrných cen osiva (Kč/jednotka) a průměrné hmotnosti tisíce semen (HTS, g), které byly použity do výpočtu na obrázku výše.

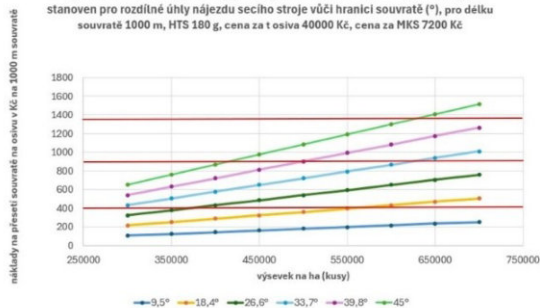
Plodina a parametry pro stanovení ceny MKS nebo MKZ (VJ – výsevní jednotka)	
hrách setý, HTS 260 g, cena za t osiva 13600 Kč, cena za MKS 3536 Kč	
peluška jarní, HTS 180 g, cena za t osiva 14600 Kč, cena za MKS 2628 Kč	
peluška ozimá, HTS 180 g, cena za t osiva 20800 Kč, cena za MKS 3744 Kč	
pšenice ozimá, HTZ 43 g, cena za t osiva 13000 Kč, cena za MKZ 559 Kč	
pšenice ozimá, HTZ 43 g, cena za t osiva 13200 Kč, cena za MKZ 559 Kč	
řepka ozimá, HTS 4,4 g, cena za VJ (700) osiva 2100 Kč, cena za MKS 3000 Kč	
sója luštinatá, HTS 180 g, cena za t osiva 43000 Kč, cena za MKS 7740 Kč	

Snížení nákladů na osivo kukuřice seté při využití sekční kontroly výsevních sekcí, na ose x je výsevek (počet semen na ha), na ose y poté úspora na osivu v Kč. Model je stanoven pro rozdílné úhly nájezdu secího stroje vůči hranici souvratě (*), pro délku souvratě 1000 m, záběr secího stroje je 6 m a cena osiva je kalkulována ve výši 5 000 Kč za 100 000 obiliek.



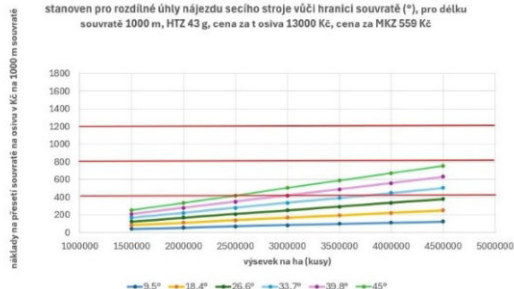
Obrázek 24: Úspory na osivu při využití sekční kontroly u kukuřice seté.

Náklady na přesev sóji luštěnaté při nájezdu ze šikmé souvratě, na ose x je výsevek (počet semen na ha), na ose y poté zvýšení nákladů na osivo v Kč. Model je stanoven pro rozdílné úhly nájezdu secího stroje vůči hranici souvratě (*), pro délku souvratě 1000 m, HTS 180 g, cena za t osiva 40000 Kč, cena za MKS 7200 Kč



Obrázek 25: Navýšení nákladů na osivo při přesevu u sóji luštěnaté.

Náklady na přesev pšenice ozimé při nájezdu ze šikmé souvratě, na ose x je výsevek (počet semen na ha), na ose y poté zvýšení nákladů na osivo v Kč. Model je stanoven pro rozdílné úhly nájezdu secího stroje vůči hranici souvratě (*), pro délku souvratě 1000 m, HTZ 43 g, cena za t osiva 13000 Kč, cena za MKZ 559 Kč



Obrázek 26: Navýšení nákladů na osivo při přesevu u pšenice seté – ozim.

Možnosti eliminace opakovaného zatížení DPB

Eliminace opakovaného zatížení DPB na souvratích lze primárně rozčlenit na opatření spojená s využitím technických řešení strojů, na procesy optimalizace pohybu pracovních souprav, na procesy lokální optimalizace agrotechnických postupů a na postupy spojené s optimalizací tvarů vnitřních produkčních ploch.

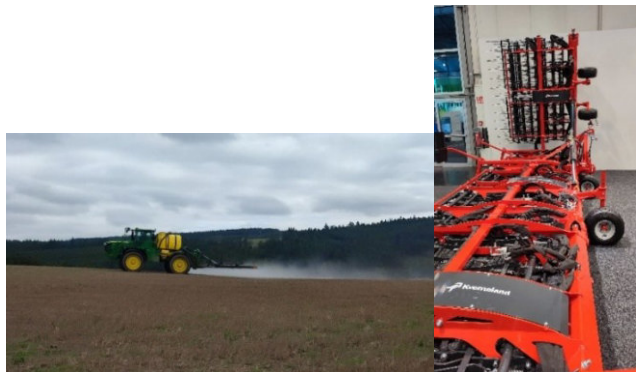
Možnostmi eliminace přejezdů jsou:

- Technická řešení
- Optimalizace pohybu pracovních souprav
- Lokální optimalizace agrotechnických postupů
- Optimalizace tvarů vnitřních produkčních ploch

Technická řešení

V rámci technických řešení se jedná o rozdílná technická řešení, která jsou vázána na skupiny strojů pro dané pracovní operace. Z hlediska konstrukce se jedná o technická řešení označovaná jako tzv. sekční kontrola. Obecně lze tyto systémy vnímat jako proces, při němž dochází v rámci práce ke změně pracovního záběru stroje. Systémy se uplatňují dominantně u aplikátorů kapalných látek postřikem (konvenční postřikovače) a u rozmetadel minerálních či organických granulovaných látek. Po technické a softwarové stránce jsou dostupné u secích strojů pro přesné setí, omezeně u secích strojů pro výsev plodin do úzkých řádků. V současné době nelze na technické bázi konstrukčních řešení eliminovat překryv práce strojů určených pro základní zpracování půdy. Sekční kontrolou dnes disponují stroje pro meziřádkovou kultivaci půdy během vegetace (plečky) a systémy jsou dostupné i u plečích bran (Obrázek 27).

Nejvyšší efektivita z hlediska omezení opakování překryvů na souvratích je v současné době zajištěna u postřikovačů, které mohou individuálně ovládat jednotlivé trysky (Obrázek 27). Tyto systémy nejsou z hlediska přesnosti reakce limitovány celkovým pracovním záběrem postřikovače. Omezenější přesnost reakce je u konvenčních rozmetadel minerálních granulovaných látek, kde se však dominantně jedná o možnost reakce na nájezdy ze souvratí na základě individuálního ovládání levé a pravé strany záběru rozmetadla, přesnost reakce je poté dána pracovním záběrem, který se nejčastěji pohybuje v rozmezí 12 až 36 m.



Obrázek 27: Nejvyšší efektivita omezení překryvů na souvrati je dnes dosahována u postřikovačů vybavených systémem individuálního vypínání jednotlivých trysek (vlevo). Sekční kontrolou disponují i stroje pro plošnou mechanickou kultivaci porostů (foto Brant).

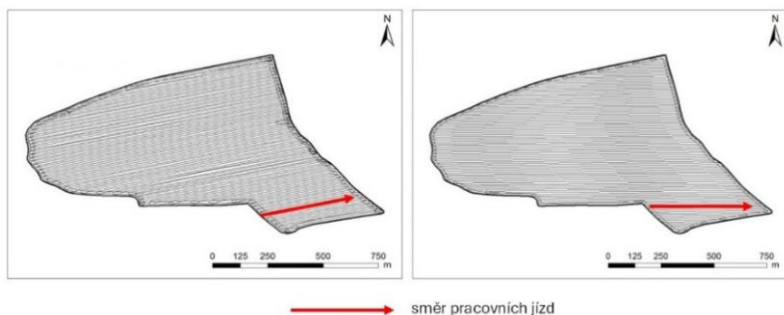
Na trhu jsou dostupná spolehlivá řešení pro secí stroje zajišťující přesný výsev plodiny, kde systém sekční kontroly umožňuje zahájení výsevu plodiny až na hranici vnitřní souvratě. Sekční kontrola zde funguje ve vazbě na každou výsevní jednotku (Obrázek 28). Dostupné jsou i systémy sekční kontroly pro secí stroje pro výsev plodiny do úzkých řádků. Zde se však jedná o zapínání či vypínání levé či pravé poloviny secího stroje. Tato skutečnost však zcela neeliminuje přesevy na souvratích, především při vyšších záběrech secích strojů.



Obrázek 28: Struktura porostu kukuřice seté na souvrati při využití sekční kontroly pomocí systému John Deere AutoPathMT (zdroj. <https://www.strom.cz/>).

Optimalizace pohybu pracovních souprav

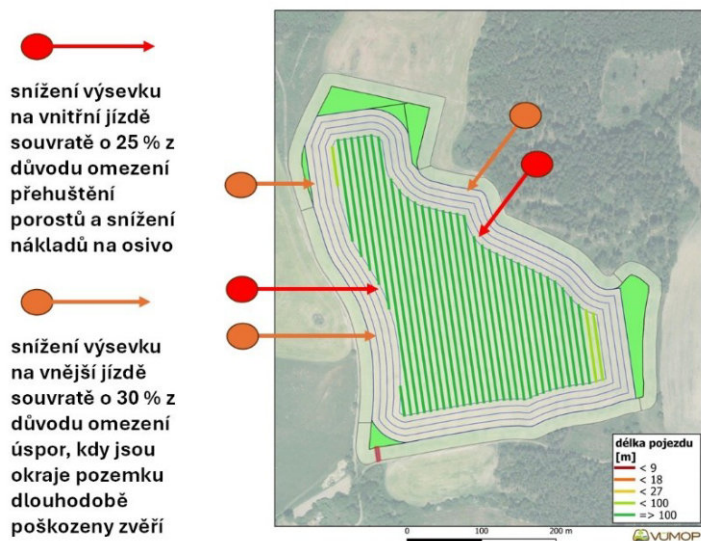
Další z cest optimalizace úhlu nájezdů pracovních souprav je využití managerů pohybu souprav. Managery optimalizace pohybu pracovních jízd jsou však primárně určeny pro optimalizaci pohybu uvnitř produkční plochy pozemku a analyzují délku pracovních jízd, případně ještě počet otáček (Obrázek 29). Širší funkce nabízejí managery pohybu pro autonomní pozemní prostředky, které jsou však koncipovány pro konkrétní tažné prostředky a poskytují informace o časové náročnosti pohybu soupravy (Brant et al., 2024a, 2024b). Faktor úhlu mezi pracovní jízdou soupravy uvnitř produkční plochy a hranicí souvratě však neanalyzují a daná optimalizace je spojená na základě analytické práce operátora (Obrázek 29).



Obrázek 29: Pro optimalizaci pracovních jízd po pozemku lze využít i managery pohybu, kdy lze směr jízdy navrhnout kolmo na souvratě, či část souvratí, půdního bloku.

Lokální optimalizace agrotechnických postupů

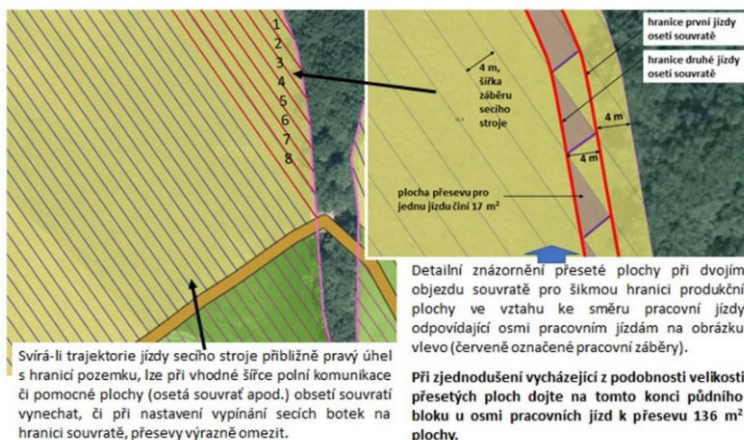
Jedná se o rozsáhlou skupinu opatření, která mohou eliminovat rizika duplicity pracovních operací na hranicích souvratě. Efektivita těchto opatření je využívána zejména při setí, konkrétně při setí souvratí. Typickým příkladem je změna výše výsevu na jednotlivých jízdách při obsevu souvratí (Obrázek 30). Další možností využívanou v zahraničí je omezení přesevů započítáním setí za hranici souvratě v konvenčním zemědělství. Tímto způsobem vznikají za hranicí souvratě neosetě klíny, které jsou drženy proti zaplevelení herbicidně. Další možností je snižování dávek minerálních hnojiv apod.



Obrázek 30: Typickým příkladem omezení přesevů je změna výše výsevku na jednotlivých jízdách při obsevu souvratí.

Optimalizace tvarů vnitřních produkčních ploch

Za nejefektivnější řešení lze však považovat vnitřní optimalizaci produkčních ploch (PP) a tvorbu environmentálně-technických ploch (ETP). Na základě tohoto opatření lze zajistit ve většině případů kolmý nájezd techniky do produkční plochy, či v některých případech zajistit otáčení techniky mimo hranice pozemku či produkční plochy, tedy na souvratí, která je součástí environmentálně-technické plochy (Obrázek 31). Systémy optimalizace vnitřních produkčních ploch v kombinaci s tvorbou ETP jsou spojeny s výraznými ekologickými funkcemi v krajině, ale stávající legislativa je jako environmentální nástroj ignoruje.



Obrázek 31: V rámci systému optimalizace půdních bloků lze zajistit kolmý nájezd souprav ze souvratí do produkční plochy a jasně stanovit i případný počet obětí souvratí, zejména v systémech ekologického zemědělství.

Souhrnné body kapitoly:

- Úhel nájezdu techniky do PP významně ovlivňuje efektivitu hospodaření – opakované zpracování půdy, přesevy, duplicitní aplikace, vyšší spotřeba PHM.
- S rostoucím úhlem nájezdu narůstá překryv operací.
- Širokozáběrové technologie jsou citlivější na nevhodný tvar pozemku.
- Přesevy mají mimo ekonomické i agronomické dopady.
- Variabilní aplikační prostředky mohou eliminovat překryvy, u technologie zpracování půdy to není možné.
- Managery pohybu úhel nájezdu obecně nereflktují.
- Omezení přejezdů efektivně řeší optimalizace tvaru PP.

II.1.3.3 Rizika překryvů záběrů pracovních souprav

Nepravidelnost půdních bloků je spojena i s riziky překryvu pracovních záběrů při obhospodařování nepravidelných a klínovitých pozemků. Na rozdíl od souvratí k těmto překryvům dochází primárně na stranách půdního bloku, které se nacházejí ve směru pracovních jízd. Velmi častým jevem je překryv rovných linií pracovních jízd ve vnitřní části pozemku s pracovními jízdami na souvratích, které kopírují hranici pozemku při jeho celém objetí. Na obrázku (Obrázek 32) je zachycena situace dokumentující přesev souvratě po stranách nepravidelného pozemku při následném setí vnitřní části půdního bloku.

Tyto situace jsou následně spojeny i se vznikem překryvů pracovních jízd postřikovačů a rozmetadel minerálních hnojiv, které dokládají kolejové stopy (Obrázek 33). U postřikovačů a u rozmetadel minerálních hnojiv vybavených sekční kontrolou je předávkování aplikované látky či hnojiva omezeno. Míra překryvu aplikace je závislá na systému sekční kontroly, tedy na změně záběru individuální sekce, u postřikovačů je samozřejmě nejefektivnější systém změny záběru na základě vypínání jednotlivých trysek.



Obrázek 32: Křížení linií pracovní jízdy při setí na souvratí s pracovní linií jízdy secího stroje na vnitřní části pozemku (vlevo) a detail křížení řádků obilniny v místě překryvů pracovních jízd (foto Brant).



Obrázek 33: I při větším pracovním záběru aplikátorů kapalných a pevných látek dochází bez optimalizace trajektorií jízdy či optimalizace tvaru pozemku k navýšení kolejových stop na pozemku (foto Brant).

Druhým případem jsou klínovité pozemky, kde překryvy pracovních souprav vznikají změnou směru pracovních linií v důsledku přizpůsobení jejich pohybu rozšiřujícimu se, či zužujícimu se tvaru. Na obrázku níže (Obrázek 34) je ukázka nevhodné volby trajektorií jízdy na klínovitém pozemku, která je spojena se vznikem výrazné přesetě plochy uvnitř DPB.



Obrázek 34: Křížení linií pracovní jízdy uvnitř půdního bloku v důsledku přizpůsobení se klínovitému tvaru pozemku (foto Brant).

Výše uvedené skutečnosti se jako další faktor spojený s tvarovou nepravidelností půdních bloků promítají primárně skrze překryvy pracovních jízd do zvýšení nákladů na spotřebu pohonných hmot u všech pracovních operací. Překryvy pracovních jízd jsou spojeny opět s navýšením plochy zatížené kolejovými stopami ve vztahu k celkové ploše pozemku. Opakované zpracování půdy může vést k poškození půdní struktury a k překypření půdy spojené s pomalejším navázáním kapilarity. Především při setí porostů zakládaných do úzkých řádků je opakované setí spojeno s nárůstem nákladů na osivo, ale také v kombinaci s přesetím a vyššími vstupy hnojiv je typickým problémem u obilnin polehání porostů. U plodin setých do širokých řádků je samozřejmě problémové navýšení nákladů na osivo, ale také tyto překryvy komplikují efektivitu plečkování, poškození porostů při plečkování pracovními nástroji plečky a koly tažného prostředku.

Navýšení nákladů v důsledku opakovaných přejezdů pracovních souprav se samozřejmě promítají i do nákladů na ozelenění ETP, které lze využít pro optimalizaci vnitřních částí půdního bloku. Právě tvarová složitost spojená s opakovaným obhospodařováním vede k nárůstu nákladů na jejich založení a obhospodařování. Na obrázku (Obrázek 35) je doložena ekonomická náročnost na založení této plochy. V rámci hodnocení nákladů na osetí vyčleněné neprodukční plochy byly spočítány plochy jednotlivých linií jízd potřebných ke zpracování půdy plochy po předplodině a pro setí – rovné linie. Dále je do modelu zahrnuto obsetí plochy jednou či dvěma jízdami. Model je zjednodušen, nepočítá s klíny vzniklými při nájezdu souprav do linie. Model poukazuje na skutečnost, že vůči výměře plochy vyčleněné pro neprodukci dochází ve skutečnosti v důsledku překrytí jízd na dané ploše k nárůstu skutečně zpracované či oseté plochy o 27 až 50 %. Tuto skutečnost je nutné brát v potaz při kalkulaci efektivit dotací na neprodukční plochy.

Souhrnné body kapitoly:

- Nepravidelné a klínovité půdní bloky vedou k systematickým překryvům pracovních jízd.
- Mezi dopady patří mimo zvýšení nákladů na vstupy i nárůst plochy zatížené kolejovými stopami.

Výsledky měření při jednom obsetí neproduktivní části PB

číslo řádku	specifikace výměr	specifikace výměr a linií						cena operací na založení - zpracování půdy po předplodině + seti + osivo (Kč/ha)				
		výměra z linií [m²]	počet linií	celková délka linií [m]	průměrná délka linií [m]	nejdelší délka linií [m]	nejkratší délka linií [m]	náklad na zpracování půdy po předplodině (kypření, 850 Kč/ha)	náklad na seti (790 Kč/ha)	náklady na osivo (1200 Kč/ha)	celkem Kč/ha	náklad na plochu v LPIS = 100%
1	výměra oseté plochy dle LPIS	10 431						887	824	1252	2962	100
2	výměra plochy při jízdech po liniích	10 592	6	1 765	294	422	64	900	837	1271	3008	
3	výměra plochy obsetí při dvou jízdech - souvrat	2 649	1	441	441	441	441	225	209	318	752	
4	celková plocha agrotechnického opatření (2+3)	13 241						1125	1046	1589	3760	127
5	přesetá plocha dle plochy linií a linií souvraté (4-1)	2 809						239	222	337	798	
6	rozdíl v nákladech (1-4)							-239	-222	-337	-798	-27



Výsledky měření při dvou obsetí neproduktivní části PB

číslo řádku	specifikace výměr	specifikace výměr a linií						cena operací na založení - zpracování půdy po předplodině + seti + osivo (Kč/ha)				
		výměra z linií [m²]	počet linií	celková délka linií [m]	průměrná délka linií [m]	nejdelší délka linií [m]	nejkratší délka linií [m]	náklad na zpracování půdy po předplodině (kypření, 850 Kč/ha)	náklad na seti (790 Kč/ha)	náklady na osivo (1200 Kč/ha)	celkem Kč/ha	náklad na plochu v LPIS = 100%
1	výměra oseté plochy	10 431						887	824	1252	2962	100
2	výměra plochy při jízdech po liniích	10 592	6	1 765	294	422	64	900	837	1271	3008	
3	výměra plochy obsetí při dvou jízdech - souvrat	5 096	2	849	425	441	408	433	403	612	1447	
4	celková plocha agrotechnického opatření (2+3)	15 688						1333	1239	1883	4455	150
5	přesetá plocha dle plochy linií a linií souvraté (4-1)	5 257						447	415	631	1493	
6	rozdíl v nákladech (1-4)							-447	-415	-631	-1493	-50



Obrázek 35: Ekonomická náročnost na založení nepravidelné ETP ve vztahu k rozdílným přístupům pohybu mechanizačních prostředků.

II.1.4 Specifikace potřeby optimalizace pomocí MFA

Základem posouzení vhodnosti DPB k obhospodařování je systémová analýza vybraných parametrů, která klasifikuje DPB do tříd vhodnosti. V rámci České republiky je využívána metoda Multikriteriální faktorové analýzy (MFA, Kapička et al., 2017). Ta v rámci posuzování vhodnosti DPB k obhospodařování pracuje s deseti hodnotícími kritérii (Tabulka 9), jejichž vliv se následně promítne do celkové klasifikace DPB. Hodnocená kritéria zahrnují kromě parametrů ovlivňujících efektivitu využití pracovních souprav a transportních procesů také aspekty omezení erozních procesů a technogenního zhutnění půdy.

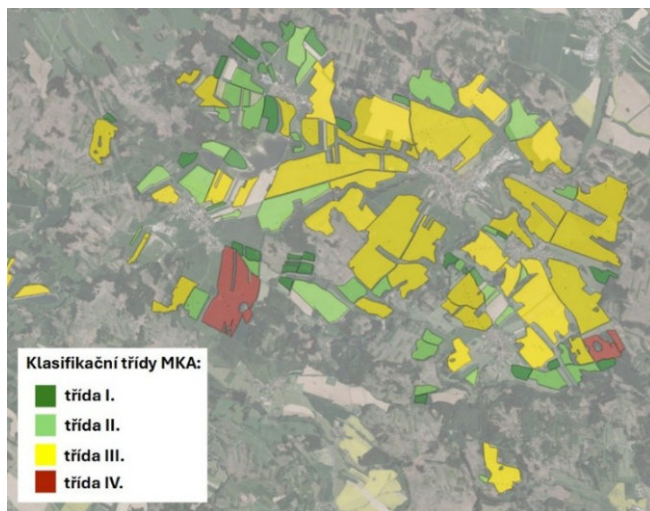
Tabulka 9: Hodnotící kritéria a jejich specifikace v rámci multikriteriální faktorové analýzy (MFA).

Krit.	Název	Popis
1	Průměrný sklon	Svažitost pozemku je jedním ze základních kritérií pohybu zemědělské techniky po pozemku. Zásadně ovlivňuje směr i rychlost pohybu, potažmo i spotřebu pohonných paliv.
2	Podíl sklonité plochy nad 6°	Kritérium vyjadřuje podíl souvislé sklonité plochy nevhodné VOB (vrstevnicové obdělávání) vůči ploše celého pozemku. Překročením určitého podílu lze stanovit nevhodnost pro VOB.
3	Podíl sklonité plochy nad 11°	Analogické kritériu č. 2
4	Maximální hodnota převýšení	Hodnota vyjadřuje reliéfní vlastnosti PB. Vysoká hodnota převýšení ovlivňuje směr i rychlost pohybu, stejně jako spotřebu pohonných hmot.
5	Svahová variabilita	Kritérium na základě expozice svahu definuje složitost pozemku z hlediska odtokových poměrů.
6	Tvarová složitost	Tvar pozemku přímo souvisí se směrem a počtem nutných pojezdů po PB. Kritérium určuje míru okrajového efektu, ovlivňujícího výnos plodin i aplikaci pesticidů.
7	Přítomnost enkláv	Kritérium určuje přítomnost neobdělávatelných ploch uvnitř PB. Tyto enklávy ovlivňují pojezd zemědělské techniky.
8	Přítomnost krajinných prvků	Analogické kritériu č. 7, s rozdílem vlastností enkláv. Zde jsou enklávy zahrnuty do výměry PB.

9	Nejbližší komunikace	Kritérium poukazující na vzdálenost k nejbližší komunikaci určené k provozu zemědělské techniky. Vyšší vzdálenost je spojena s horší dostupností PB.
10	Náchylnost ke zhutnění	Náchylnost ke zhutnění je zástupcem kritéria vlastností půdy stanovující míru možného vzniku degradačního procesu ovlivňujícího výnos plodin.

II.1.4.1 Využití dat z MFA

Výsledkem MFA je rozdělení DPB do čtyř klasifikačních tříd I až IV podle vhodnosti k obhospodařování. Výsledky je vhodné zobrazovat zejména prostřednictvím mapové distribuce (viz Obrázek 36). Aktuální výsledky analýzy pro DPB je možné zobrazit v mapové aplikaci na adrese optimalizace.vumop.cz.



Obrázek 36: Grafické znázornění klasifikace půdních bloků dle MFA pro vybraný zemědělský subjekt.

Jednotlivé klasifikační třídy MFA jsou základem pro následné procesy optimalizace (Brant et al., 2025a):

Třída I

DPB vyznačující se pravidelným tvarem blížícím se obdélníku nebo čtverci. Optimalizace pojezdů techniky je dobře implementovatelná a při optimalizaci lze velmi efektivně pracovat s konkrétními pracovními záběry techniky. Tvorba environmentálně-technických ploch (ETP)

přispívá k dosažení optimálního tvaru vnitřní produkční plochy (PP). Plochy jsou vhodné i pro vrstevnicové obdělávání půdy bez vzniku nepravidelných ploch v rozích pozemku a s využitím násobků jízdy. Pro optimalizaci trajektorií lze využít dostupné softwarové nástroje, kdy výhodou je i většinou velmi malý počet vnitřních enkláv, se kterými běžné nástroje pracovat neumí. Na pozemcích lze dobře pracovat s dělicími pásy, či protierozními pásy a jejich plánování lze provést na základě vztahu k záběrům pracovních jízd (dominantně secí stroj a v konvenčním zemědělství postřikovač). Většinou se jedná o pozemky vhodné pro pohyb autonomních pozemních prostředků.

Třída II

Do parametrizace DPB se promítá často tvarová členitost, ale i další hodnocené faktory. Pro následné řešení je nutné stanovení vlivu jednotlivých kritérií a klasifikace nejproblematictějších. Přesto lze pozemky považovat za vhodné pro jednodušší optimalizaci pracovních linií. Již u třídy II lze případně uvažovat o vhodném rozdělení DPB, které může přispět ke snadnějšímu plánování přejezdů. Tvorba ETP přispívá výrazněji k dosažení optimálního tvaru vnitřní PP.

Třída III

Tvarově a z hlediska vnitřní variability členitější pozemky. Základem optimalizace je analýza možností na další dělení, včetně následné změny směru pohybu pracovních souprav. Limitujícím faktorem pro dělení a následnou optimalizaci směru pohybu pracovních souprav je omezení dostupnosti vstupů na pozemek. Tvorba ETP zásadně přispívá k optimalizaci pozemku ve vztahu k využití strojů, ale může být spojena s vysokým nárůstem ETP ve vztahu k PP pozemku. Pro optimalizaci tvaru lze v rámci ETP pracovat s využitím těchto částí pozemků pro pokrytí neproduktivních požadavků legislativy.

Třída IV

Z hlediska MFA problematické DPB. Primárním řešením je vnitřní dělení pozemku na PP, které zajistí optimální využití strojů. I zde je v praxi častým problémem omezení dostupnosti vstupů na pozemek při jeho dělení. V rámci dělení se jedná o rozdělení vnitřních ploch DPB za účelem vzniku samostatných schémat pro pohyb techniky, ale na pozemku (je-li to v souladu s legislativou) zůstává jedna plodina. Ve vztahu k naplnění protierozních požadavků a dalších procesů na mimoprodukční funkce je pozemek rozdělen, či se pracuje s rozdílnými

plochami jedné plodiny. Bez optimalizace pozemku se obtížně plánují i legislativní opatření. Zásadní význam zde může mít využití ETP.

II.1.4.2 Hierarchie vnímání MFA

V rámci MFA lze rozlišit několik úrovní interpretace výsledků z hlediska hierarchie České republiky. Základním kritériem je analýza podmínek republiky z hlediska komplexního pohledu na potřebu optimalizace pozemků ve vztahu k potenciálu rozvoje zemědělských technologií a ekonomické, energetické a ekologické efektivity hospodaření. Globální data za Českou republiku poukazují na výrazné regionální rozdíly, které se následně promítají do základních, tedy hraničních, podmínek regionů. Z hlediska nejnižší úrovně vnímání variability DPB, tj. na úrovni provozování zemědělské výroby, jsou spojena i s jejich klasifikací v rámci zemědělského subjektu.

Z hlediska využití MFA v rámci optimalizace lze vnímat tyto úrovně:

Úroveň ČR – strategické plánování a regionální potenciál
Úroveň regionů – vliv specifických regionálních podmínek
Úroveň zemědělského podniku – priority a možnosti implementace

II.1.4.3 Analýza MFA na úrovni ČR

Vhodnost DPB k obhospodařování je jedním z faktorů, který je určován regionálními podmínkami krajinného prostoru a následně se na dané úrovni regionalizace promítá do ekonomické efektivity zemědělského využití půdy.

Z hlediska dalšího třídění je na úrovni regionů dále ovlivněna strukturou DPB, které jsou obhospodařovány konkrétním zemědělským subjektem. V rámci pohledu na konkurenceschopnost zemědělství v rámci globálního vnímání je vhodnost pozemků pro obhospodařování významnou informací o potenciálu konkurenceschopnosti vůči ostatním státům, či kontinentálním regionům, včetně určení specifikace vývoje technologií, jejich reálné implementace a ekonomické návratnosti.

Možnostmi využití analýzy MFA na úrovni ČR jsou především:

- Identifikace strukturálních problémů zemědělské půdy - umožňuje identifikovat DPB, kde je snížena efektivita hospodaření.
- Kvantifikace potenciálu optimalizace - poskytuje přehled, jak velká část zemědělské půdy má reálný potenciál pro případné zvýšení efektivity.
- Podklad pro rozhodování - může umožnit cílit opatření v oblasti ochrany půdy na konkrétní problematické oblasti.
- Vazba na ekonomiku zemědělství - MFA má potenciál identifikovat regiony s vyššími náklady a nižší efektivitou.
- Podpora implementace moderních technologií - umožňuje posoudit, kde jsou podmínky vhodné pro precizní zemědělství, autonomní techniku, anebo variabilní aplikace

S intenzivním rozvojem nových technologií, zejména s nástupem polních robotů a prvky pokročilé navigace strojů, je však nutné začít uvažovat o rozvoji těchto technologií na regionální úrovni, včetně specifikace benefičních a omezujících kritérií. Dlouhodoběji nepříznivá ekonomická situace v odvětví zemědělství je dalším z faktorů, který vede k potřebě optimalizace práce a k efektivnímu využití vstupů za účelem stabilizace ekonomických procesů. Naplnění ekologizačních cílů vycházejících z nadnárodních a národních politik je rovněž faktorem, který se promítá do efektivity výroby. Na základě legislativních podmínek v ČR na úrovni ochrany půdy a podpory biodiverzity dochází ke změnám parametrů DPB, které následně ovlivňují efektivitu jejich obhospodařování.

Z hlediska potenciálu efektivního hospodaření na zemědělské půdě v ČR lze vyjít z průměrných údajů charakterizujících vhodnost DPB k obhospodařování. Průměrné údaje o parametrizaci DPB z hlediska obhospodařování na základě metody MFA dokládá Obrázek 37. Do analýzy byly zahrnuty všechny DPB bez ohledu na kulturu na zemědělské půdě.

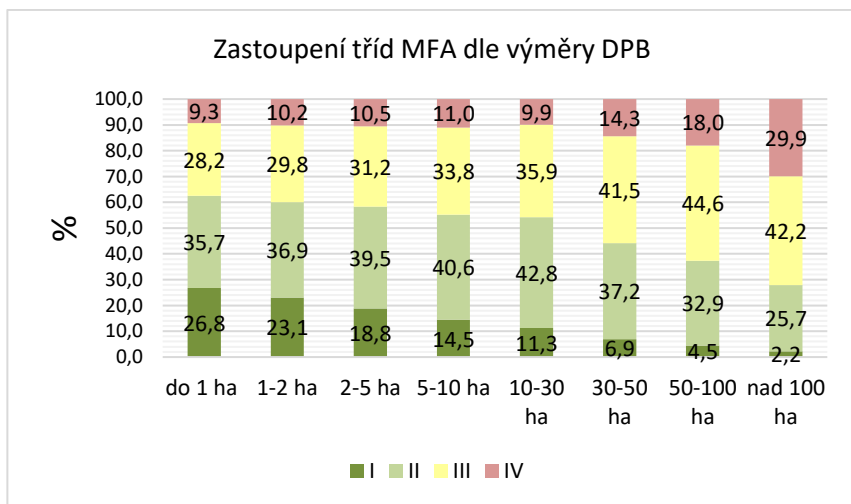
Z hlediska ČR je největší zastoupení počtu a výměry (Obrázek 37) DPB ve velikostní škále dle výměry spadajících do kategorií I a II při výměře DPB do 5 ha. Většina DPB vznikla dělením větších půdních

bloků, kde došlo k zajištění optimálního tvaru. Největší podíl v I. třídě zauímají pozemky do výměry 2 ha. Z hlediska podílu na celkové obhospodařované plochy půdy v ČR však představuje tato kategorii malou část, kdy celková výměra DPB v kategorii do ≤ 1 ha činí 113 tis. ha a v kategorii od > 1 do ≤ 2 ha 155 tis. ha.

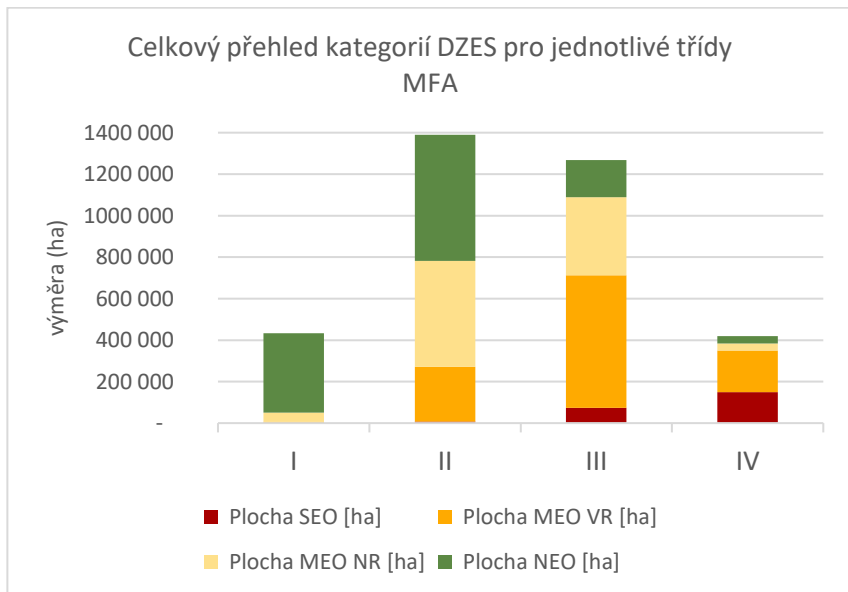
Největší část výměry zemědělské půdy spadá do kategorií s výměrou DPB v rozmezí od >5 do ≤ 50 ha. Celková výměra DPB v těchto velikostních kategoriích činí 2 853 tis. ha, přičemž dominantní podíl zde představují třídy MFA II a III. Zejména u třídy III je vhodné provedení rozdílných možností optimalizace DPB za účelem zvýšení efektivity obhospodařování. Nejrozsáhlejší kategorii v České republice dále tvoří DPB o výměře v rozmezí >10 a ≤ 30 ha, jejichž celková výměra činí 1 413 tis. ha. U této velikostní kategorie je na úrovni zemědělských subjektů vhodné posoudit přínosy optimalizace DPB zejména u tříd II a III, a samozřejmě u třídy IV. U DPB s výměrou >30 ha je dlouhodobě patrný nárůst výměr a počtů DPB ve třídách III a IV. Z hlediska legislativy je na těchto plochách samozřejmě plněna podmínka maximální výměry jedné plodiny, ale v praxi se dlouhodobě setkáváme s neefektivním plánováním ploch jedné plodiny ve vztahu k pohybu techniky, s neoptimálním řešením hospodaření na erozně ohrožených plochách v požadavcích DZES 5, ale i neefektivním zakreslováním dělicích pásů ve vztahu k využití pozemku a techniky. Ještě vyšší nároky na optimalizaci jsou u takto velkých DPB spojeny se splněním výměry jedné plodiny na plochách klasifikovaných z hlediska erozního ohrožení jako silně erozně ohrožené, kde je požadavek na výměru plochy jedné plodiny 10 ha¹.

Z hlediska vyhodnocení je vhodné připomenout, že analýza je zpracovávána na DPB LPIS. Do třídy IV v praxi často spadají pozemky v kategorii trvalých travních porostů. Zde je optimalizace zásadním způsobem nutná pro zajištění efektivního managementu porostů, zejména ve vztahu k eliminaci zhutnění, optimalizaci transportu a úspory pracovního času a pohonných hmot.

¹V roce 2026 se ruší standard DZES 7B – 10 ha (Omezení pěstování jedné plodiny na max. 10 ha souvislé plochy) na SEO plochách. SEO plochy se dále budou kontrolovat v rámci standardu DZES 7B – 30 ha (Omezení pěstování jedné plodiny na max. 30 ha souvislé plochy), společně s NEO a MEO plochami.



Obrázek 37: Zastoupení tříd MFA dle výměry DPB pro zemědělskou půdu v ČR (stav k 1.4.2025).



Obrázek 38: Zastoupení kategorií DZES 5 (plocha v ha) v rámci klasifikačních tříd MFA. SEO – silné erozní ohrožení, MEO – mírné erozní ohrožení (NR – nižší riziko, VR – vyšší riziko). NEO – nízké erozní ohrožení ČR (stav k 1.4.2025).

Procesy optimalizace DPB je nutné vztahovat k potřebám dodržování podmínek DZES. Primárním přínosem optimalizace DPB je vytvoření podmínek pro efektivnější hospodaření a plnění požadavků DZES 5, v důsledku změn vymezení parcel může dojít po přepočítání klasifikace erozního ohrožení jednotlivých ploch do mírnější kategorie. Dále je však nutné brát v potaz, že navrhování půdoochranných opatření spojených s tvorbou pásů, obsevů apod., je obtížnější na nepravidelných DPB a je spojeno i s riziky následného poklesu efektivity obhospodařování produkčních ploch. Problematická je i uplatnění půdoochranných technologií na nepravidelných pozemcích, kde dochází k zásadnímu omezení produkce na souvratích, které jsou u technologií redukovaného zpracování půdy náchylné ke zhutnění a při absenci zpracování půdy, či jeho mělkého kypření, spojeno s nevzejitím porostů. Nepravidelné pozemky negativně ovlivňují efektivitu systémů pásového zpracování půdy, kde se opět jedná o velmi omezenou možnost kvalitního zpracování půdy na utužených souvratích.

Obrázek 38 dokumentuje zastoupení kategorií DZES 5 (plocha v ha) v rámci klasifikačních tříd MFA. Obrázek jasně dokládá, že většina DPB s narůstající hodnotou třídy MFA vykazuje spojení s přísnější kategorií erozního ohrožení. Tyto skutečnosti mohou být spojeny s negativními ekonomickými riziky z hlediska navýšení nákladů na ekonomické využití půdního bloku.

II.1.4.4 Analýza MFA na úrovni regionů

Typickým příkladem regionálního vnímání variability je propojení výsledků MFA například s údaji členění dle klimatických regionů. Procentuální zastoupení DPB v klimatickém regionu (Klimatické regiony dle Vyhlášky č. 327/1998 Sb., které jsou určeny pro stanovení bonitovaných půdně ekologických jednotek, Tabulka 10) koreluje s třídami klimatických regionů. První třída MFA klesá s narůstající hodnotou klimatického regionu (Obrázek 39), tedy s narůstající nadmořskou výškou. Třídy III a IV s hodnotou klimatického regionu narůstají. Tato skutečnost poukazuje na fakt, že ve výše položených regionech ČR může hrát optimalizace DPB výraznější roli na efektivitu obhospodařování půdního bloku.

Příklad analýzy MFA na úrovni regionů vztažené na klimatické regiony:

- Největší podíl DPB třídy I se nachází v klimaticky nejvhodnějších oblastech
- S rostoucí nadmořskou výškou se zvyšuje podíl tříd II a III
- V klimaticky méně vhodných oblastech je patrný nárůst třídy IV
- Existují regionální rozdíly v efektivitě hospodaření

klimatický region	třída MFA			
	I	II	III	IV
0	33,3	37,7	23,4	5,5
1	33,9	39,0	22,5	4,6
2	36,5	41,0	18,8	3,8
3	33,5	40,2	21,3	5,0
4	23,5	42,1	28,2	6,2
5	21,8	42,5	29,2	6,5
6	18,5	35,1	33,9	12,6
7	17,3	38,7	33,3	10,7
8	11,1	30,5	38,6	19,9
9	8,8	27,1	41,6	22,5

Obrázek 39: MFA 3: Zastoupení tříd MFA v jednotlivých klimatických regionech ČR (stav k 1.4.2025).

Na základě analýzy MFA na úrovni regionu lze:

- Určit prostorové variability podmínek hospodaření.
- Identifikovat regiony s vyšší potřebou optimalizace – vymezení regionů, kde může mít optimalizace vyšší význam.
- Určit vazbu na ekonomickou efektivitu v území – struktura DPB zde zvyšuje náklady na obhospodařování.

Tabulka 10: Charakteristika Klimatických regionů dle Vyhlášky č. 327/1998 Sb., které jsou určeny pro stanovení BPEJ.

Kód	Název klimatického regionu	Suma teplot nad 10 °C (°C)	Průměrná roční teplota (°C)	Prům. úhrn srážek (mm)
0	Velmi teplý, suchý	2800–3100	9–10	500–600
1	Teplý, suchý	2600–2800	8.5–9.5	500–600
2	Teplý, mírně suchý	2500–2700	8–9	550–650
3	Mírně teplý, mírně vlhký	2400–2600	7.5–8.5	600–700
4	Mírně teplý, suchý	2300–2500	7–8	550–650
5	Mírně teplý, mírně vlhký	2200–2500	7–8	550–650
6	Mírně teplý (až teplý)	2100–2400	6.5–7.5	600–700
7	Mírně teplý, vlhký	2000–2300	6–7	650–750
8	Mírně chladný, vlhký	1900–2200	5.5–6.5	700–800
9	Chladný, velmi vlhký	1800–2100	5–6	750–850

II.1.4.5 Analýza MFA na úrovni zemědělského subjektu

Zásadní význam mají výsledky MFA ve vztahu k optimalizaci agrotechnických a technologických postupů v zemědělském podniku. Na úrovni zemědělského subjektu lze výsledky MFA využít pro:

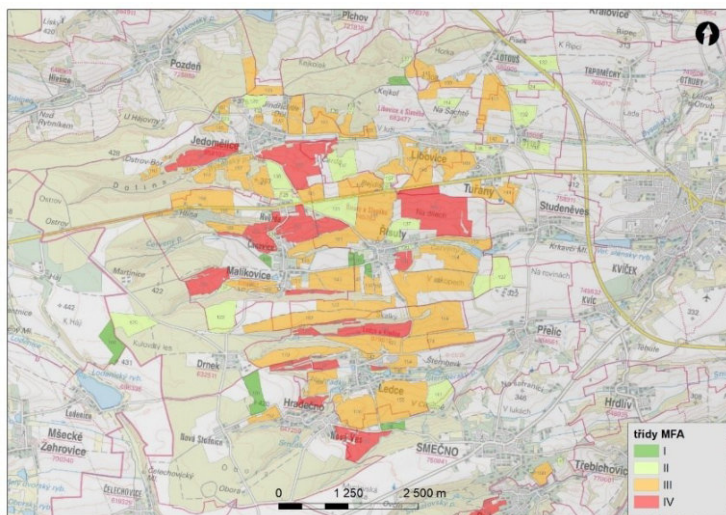
- Hierarchizace DPB v rámci podniku.
- Identifikace jednotlivých DPB vhodných pro optimalizaci.
- Interakce třídy MFA s výnosovou mapou – zásadní podklad pro ekonomickou optimalizaci vstupů (tvarově složité pozemky zvyšují náklady na jednotku plochy).
- Podklad pro nutnost zavádění precizního zemědělství (systémy variabilního přístupu / plošného přístupu k vnitřní variabilitě DPB).
- Klasifikaci tříd MFA lze využít pro stanovení návratnosti investic do technologií (sečební kontroly u strojů pro setí, aplikaci minerálních látek a kapalných látek) apod.

Na obrázku (Obrázek 40) je výsledek MFA zpracovaný pro konkrétní zemědělský podnik na úrovni DPB (Brant et al., 2020). Tabulka 11 definuje kvantifikaci výsledků MFA pro shodný subjekt.

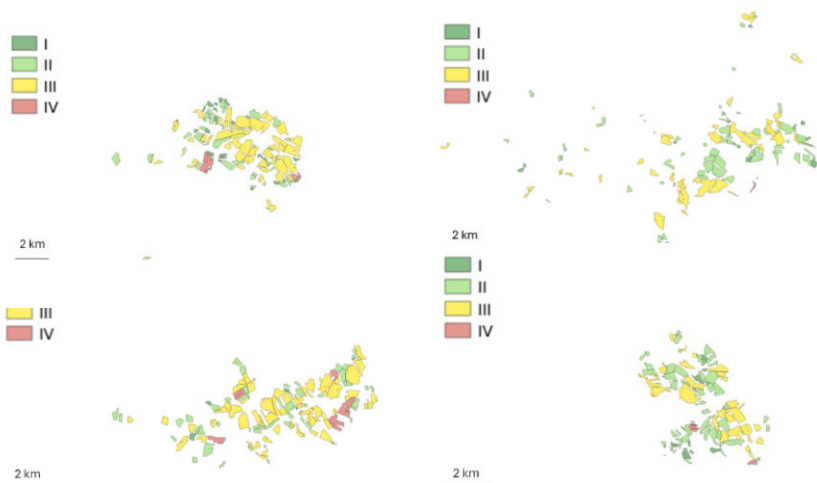
Tabulka 11: Výsledky MFA pro DPB pro konkrétní zemědělský podnik (Brant et al., 2020).

třída MFA	počet DPB	podíl kat. (%)	rozloha [ha]	podíl rozlohy (%)
I	11	6	68	3
II	61	31	693	26
III	103	53	1 527	58
IV	20	10	338	13
	195	100 %	2 626	100 %

Stanovení MFA pro jednotlivé subjekty umožňuje i porovnání subjektů, či jednotlivých středisek u větších podniků. Na obrázku (viz Obrázek 41) je dobře patrný rozdíl mezi čtyřmi zemědělskými subjekty nacházejícími se v oblasti Českomoravské vrchoviny. Dalším faktorem je i prostorové rozložení DPB, které umožňuje grafické znázornění subjektů ve stejném měřítku.



Obrázek 40: Mapový výstup MFA zpracovaný pro konkrétní zemědělský podnik na úrovni DPB (Brant et al., 2020).



Obrázek 41: Grafické znázornění výsledků MFA pro čtyři zemědělské subjekty nacházející se v oblasti Českomoravské vrchoviny.

II.1.5 Principy optimalizace vnitřních částí půdního bloku

Optimalizace tvaru zemědělských pozemků představuje, při správném uplatnění, účinný nástroj pro zvýšení efektivity práce zemědělských pracovních souprav a současně přispívá ke zlepšení environmentálního stavu krajiny. V následující kapitole jsou popsány základní principy optimalizace.

Na základě dosavadních výsledků autorského kolektivu a literárních rešerší je při návrhu optimalizace prostorového uspořádání uvnitř zemědělských pozemků nutné vycházet z následujících skutečností:

- a) Půdní bloky vykazující pravidelný tvar s kolmými stranami se vyznačují lepšími podmínkami pro efektivní způsoby jejich obhospodařování.
- b) Pro malé půdní bloky je z hlediska efektivity obhospodařování vhodné volit tvar obdélníků, zatímco u půdních bloků nad 30 ha vykazují čtvercový a obdélníkový tvar obdobný vliv na efektivitu obhospodařování.
- c) Nárůst střední délky pracovní jízdy zajišťuje zvýšení efektivity obhospodařování půdního bloku, zejména pak s adekvátním nárůstem pracovního záběru soupravy. S nárůstem pracovního záběru strojů klesá na pravidelných pozemcích zatížení plochy souvratí, ale i zatížení vnitřních částí mezi souvratěmi kolejovými stopami techniky.
- d) Nárůst střední délky pracovní jízdy vyvolává potřebu zvýšení kapacity zásobníků osiv, hnojiv a postřikových jích u pracovních strojů, včetně zásobníků sklízecích strojů, z důvodu preference jejich vyprazdňování mimo produkční plochy, zejména na souvratích. Při plánování optimalizace je proto nutné pracovat s kapacitami zásobníků a s výší dávek aplikovaných látek či materiálů.
- e) S narůstající vzdáleností půdního bloku od střediska subjektu klesá efektivita práce strojových souprav v důsledku nárůstu transportních časů, což lze částečně eliminovat zvětšováním výměry půdního bloku, které přispívá ke zvýšení časového výkonu pracovních souprav. V rámci optimalizace je nutné pracovat

s lokací honů jedné plodiny v rámci struktury pozemků obhospodařovaných jedním subjektem.

- f) Zvyšování efektivity obhospodařování půdního bloku se výrazně projevuje v podmínkách ČR do výměry 30 ha. Následné zvyšování výměry vyvolává menší zvyšování efektivity obhospodařování.
- g) Z důvodu eliminace degradačních procesů půdy musí dělení nebo slučování půdních bloků respektovat odtokové linie a omezovat neproduktivní pohyby strojů na vnitřních částech pozemku.
- h) Dělení nebo slučování půdních bloků musí být spojeno s maximálním začleněním stávajících krajinných prvků do hranic půdního bloku a musí být optimalizováno i ve vztahu k pracovním záběrům strojů.
- i) Dělení půdních bloků lze vnímat jako jeho virtuální rozčlenění na menší části, na kterých budou vybrané, nebo veškeré, pracovní operace probíhat nezávisle.

II.1.5.1 Definice produkčních ploch

Základem optimalizace je tvorba vnitřních produkčních ploch (PP), které jsou parametrizovány v souladu s technickými možnostmi využívané zemědělské techniky. Primárním cílem je vytvoření stabilních produkčních ploch určených pro pěstování tržních plodin v rámci PB či DPB. Tyto produkční plochy mají zajistit:

- Cílený a předem definovaný pohyb pracovních souprav.
- Snížení technogenního zhutnění půdy.
- Omezení spotřeby pohonných hmot.
- Snížení spotřeby osiv, hnojiv, pesticidů a dalších látek díky eliminaci překryvů na nepravidelných plochách.

Tvorba PP musí respektovat platnou legislativu, technická a agronomická východiska subjektu, a musí respektovat i vědecké poznatky zaměřené na eliminaci negativních dopadů rostlinné výroby na životní prostředí, jako jsou větrná a vodní eroze, stabilita organické hmoty a podpora retenční schopnosti půdy. Optimalizované PP zároveň přispívají k efektivnímu využití autonomních robotických prostředků v zemědělství.

Zohlednění agrotechnických požadavků při plánování PP vede ke snížení počtu přejezdů transportních prostředků určených pro dodávku vstupů a odvoz sklizených komodit po produkčních plochách. Tím dochází nejen k omezení technogenního zhutnění půdy, ale i ke zkrácení přepravních vzdáleností a vytvoření definovaných příjezdových a odjezdových tras, což má pozitivní dopad i na bezpečnost provozu na veřejných komunikacích.

II.1.5.2 Definice environmentálně-technických ploch

Součástí optimalizace je rovněž vymezení části obhospodařované plochy do režimu tzv. environmentálně-technických ploch (ETP). Tyto plochy, které jsou dlouhodobě ozeleněny a nejsou pravidelně zpracovávány, snižují riziko degradace půdy a podporují její ochranu. Na tyto plochy jsou převáděny neprodukční jízdy a v ideálním případě i celé nebo části otáčení zemědělských souprav. Otáčení souprav přímo na PP často vede k degradaci půdy a poklesu produkční schopnosti, negativně ovlivňuje ekonomickou efektivitu i energetickou bilanci pěstebních systémů. Právě energetická efektivita by měla být ve vztahu ke strategii Green Deal jedním z hlavních kritérií udržitelnosti zemědělských postupů.

Kritéria pro tvorbu ETP vycházejí ze tří základních hledisek:

- Eliminace degradačních procesů půdy – minimalizace erozních rizik a zhutnění půdy.
- Zvýšení ekologické stability krajiny – podpora biodiverzity a ekologických funkcí krajinného prostoru.
- Zajištění energeticky, ekologicky a ekonomicky efektivních systémů managementu – optimalizace vstupů a provozní efektivity.

Primárními přínosy ETP jsou:

Environmentální přínosy:

Eliminace degradačních procesů půdy
Zvýšení ekologické stability
Biodiverzita

Celospolečenské přínosy:

Klimatická funkce
Estetická funkce
Prostupnost krajiny

Agrotechnické přínosy:

Zvýšení efektivity agrotechnických operací
Konzervace půdy

a) Environmentální přínosy:

- Eliminace přirozených a antropogenních degradačních procesů půdy, především eroze, zhutnění půdy, omezení ztrát živin odnosem a proplavením.
- Zvýšení ekologické stability krajiny a posílení stabilních složek krajinné matrice.
- Omezení produkce skleníkových plynů při obhospodařování produkčních ploch a zvýšení celoroční fixace CO₂ prostřednictvím trvalých pokryvů půdy na těchto plochách.
- Stabilizace energetické bilance zájmového území na základě tvorby celoročně zelených ploch se schopností transpirace a s efektem ochlazování atmosféry.
- Omezení vnosu látek používaných v zemědělské výrobě na lemová společenstva a další nezemědělsky využívané plochy v okolí PB.
- Podpora potravních řetězců a migračních cest pro volně žijící organismy a tvorba stanovišť zajišťujících vhodné podmínky pro rozmnožování a úkryt.
- Propojení stabilních složek krajinné matrice.

b) Celospolečenské přínosy:

- Zamezení materiálních škod na majetku v rámci intravilánů obcí, dopravních komunikacích a jejich doprovodných zařízení, na rozvodných sítích apod.
- Zvýšení prostupnosti krajiny pro volnočasový pohyb člověka v přírodě (chůze, běh). Pohyb na kolech, motorových a elektromotorových prostředcích není povolen, pouze na výjimku uživatele pozemku s dohodou s vlastníkem pozemku.
- Cílené působení na změnu krajinného rázu a podpora estetického vzhledu krajiny.

c) Agrotechnické přínosy a obslužnost:

- Zvýšení efektivity agrotechnických operací na základě optimalizace tvaru a velikost produkčních částí PB či DPB.

- Snížení spotřeby PHM, osiv, hnojiv a dalších látek aplikovaných v zemědělské výrobě.
- Omezení technogenního zhutnění půdy na zranitelných produkčních plochách na základě optimalizace trajektorií pohybu pracovních souprav, soustředění otáčení techniky do přesně definovaných zón a na základě optimalizace transportních operací.
- Vytvoření rámcových podmínek pro plné uplatnění navigačních systémů a řízeného pohybu pracovních souprav po pozemku.
- Zvýšení konkurenceschopnosti rostlinné výroby i při zajištění mimoprodukčních funkcí zemědělství.
- Zvýšení prostupnosti krajiny pro techniku zajišťující obslužnost rozvodových sítí, komunikací apod.

Vznik ETP vychází z výše uvedených cílů, které lze z hlediska přínosů vnímat jako rovnocenné. Jejich naplnění má systémový charakter, kdy přínosy se projevují souběžně. Po vzniku ETP vzniknou na PB či jeho DPB přesně (tvarově a plošně) definované PP určené pro pěstování polních plodin.

II.1.5.3 Principy návrhu produkčních ploch

Primárním cílem při navrhování produkčních ploch (PP) je vytvořit stabilní prostředí pro pěstování tržních plodin v rámci DPB. PP mají umožnit cílený a předem definovaný pohyb pracovních souprav, který zajistí snížení technogenního zhutnění, snížení spotřeby PHM, omezení spotřeby osiv z důvodu přesevů, snížení spotřeby hnojiv, pesticidů, pomocných látek, biopesticidů a bioagens. Zároveň musí tvorba PP respektovat stávající legislativní a vědecká kritéria pro eliminaci negativního vlivu rostlinné výroby na životní prostředí. Výchozími body pro vymezení PP jsou:

- Vnější hranice a legislativa
- Technické možnosti – šířka a délka pojezdů
- Environmentální hlediska – omezení degradačních procesů
 - erozní procesy
 - zhutnění
- Agrotechnická hlediska – zvýšení efektivity operací
 - kolmé směry jízdy
 - eliminace méně produktivních ploch

Vymezení PP je dáno jednak vnějšími pevnými prvky v krajině a jednak možnostmi obhospodařování. Z pohledu efektivního obhospodařování lze při vymezení PP vycházet z pojezdů zemědělské techniky, a to na základě šířky záběru a z délky pojezdu pracovních strojů.

Výchozím parametrem je především šířka pracovního záběru strojů pro základní zpracování půdy, předseťovou přípravu půdy a setí (primární rozměr), včetně strojů pro kultivaci půdy během vegetace – ideální je sjednocení do násobků šířky pojezdů kvůli snížení zatížení pozemků kolejovými stopami po zpracování půdy, a následně ke snížení přesevů a překryvů postřiku.

Délka pojezdu musí být v návrhu nastavena tak, aby umožňovala dojezd soupravy na souvrať, či k místu plnění zásobníků. Je nutné počítat tedy s velikostí zásobníků osiva, rozmetadla, postřikovače, tak aby k jejich plnění mohlo docházet na hranicích plochy jedné plodiny ideálně na ETP. Tím je zajištěno snížení počtu nepracovních pojezdů po pozemku, sníženo zatížení a riziko zhutnění a vznik následných degradačních procesů půdy. V případě delší pracovní jízdy, než je kapacita zásobníku, může být DPB reálně, či virtuálně rozdělen.

Velikost souvislé plochy vychází ze dvou hlavních kritérií. Prvním kritériem je eliminace erozních a dalších rizik degradačních procesů půdy na základě respektování půdních, reliéfových a krajinných faktorů. Zde se jedná o hraniční kritéria, která následně stanovují podmínky pro druhou fázi optimalizace. Ta vychází z technicko-agronomických požadavků na optimalizaci pohybu souprav za účelem eliminace zhutnění, snížení spotřeby PHM (včetně snížení emisí skleníkových plynů), omezení spotřeby osiv, pesticidů a hnojiv, včetně přesunu ETP na souvratě a na další méně produkční plochy (zde se vychází z map výnosového potenciálu, či při dostupnosti údajů, z map výnosů).

Na erozně ohrožených plochách musí být aplikována dostatečně účinná protierozní opatření. V rámci optimalizace jsou mimo primární organizační (vrstevnicové obdělávání) a agrotechnické opatření, využívána opatření spočívající v umístění ETP, díky nimž má dojít k přerušení povrchového odtoku a zároveň k rozdělení pozemku. Z hlediska erozní ohroženosti je dále nutné dbát na vhodný návrh pojezdů tak, aby v dlouhodobém horizontu nezvyšoval potenciál vzniku preferenčních rýh v důsledku kolejových řádků techniky.

Z hlediska omezení potenciálního utužení půdy a zároveň omezení vzniku akceleratorů erozního procesu, je vhodné plánovat PP tak, aby na obou stranách kolmých ke směru pracovní jízdy bylo umožněno plné otáčení (či částečné – část otáčky spojené s otočením soupravy) pracovní soupravy mimo PP. Plné otáčení je většinou zajištěno při otáčení se soupravou na polních komunikacích, částečné na ETP.

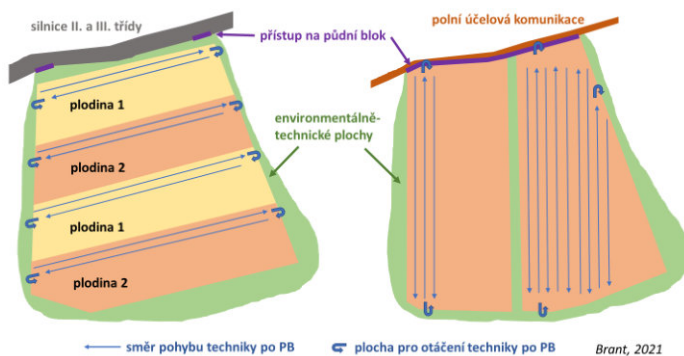
Důležitým prvkem při plánování pojezdů na PP je velikost úhlu pracovní jízdy s hranicí pozemku. Tímto lze dosáhnout omezení počtu přejezdů. Je-li tento úhel v rozmezí 80 až 100°, lze při možnosti otočení se soupravy na polní komunikaci nebo na pomocné ploše vynechat obetř souvratí. U systémů zpracování půdy lze šířku souvratě následně omezit na jeden pracovní záběr soupravy. Viz kap. II.1.3.2.

Z hlediska ekonomické udržitelnosti analýza produkčních částí zemědělských pozemků dlouhodobě poukazuje na přítomnost zón, které vykazují malou ekonomickou efektivitu. Cílem optimalizace je tyto zóny zohlednit při návrhu a co nejvíce eliminovat jejich negativní vlastnosti snižující efektivitu hospodaření. Jedná se o plochy, kde při použití fixních a variabilních vstupů (na produkci plodiny) není dosaženo ekonomické návratnosti.

Zóny s nižší produkční návratností vznikají na zemědělských pozemcích zejména z těchto důvodů:

- Jedná se o přirozenou variabilitu DPB, která vzniká v důsledku půdní heterogenity a variability reliéfu.
- Dále se jedná o souvratě, tedy místa, kde primárně dochází k přejezdu a otáčení techniky. Tyto zóny vykazují výrazně vyšší náklady na zpracování půdy v důsledku výrazného utužení půdy. Spotřeba PHM na zpracování těchto zón vykazuje ve srovnání s vnitřními částmi DPB až o 70 % vyšší hodnoty. Zároveň zde dochází až k 60 % redukci výnosu.
- Další problematické zóny vznikají v místech ostrých zlomů a tzv. klínů stávajících DPB, kde dochází k opakovanému otáčení techniky (zhutnění), přesévání apod.
- Problematické jsou i rozdílné překážky uvnitř DPB (počínaje plošně malými překážkami – sloupky elektrického vedení, solitérní dřeviny apod., až po plošně větší plochy jako jsou remízky, meze, antropogenní zóny atd.). Kolem nich dochází k výraznému počtu přejezdů v důsledku nekoordinovaného objíždění a otáčení se techniky. To vše se opět projevuje na poklesu výnosu a neefektivním vynakládání zdrojů (hnojiva, osiva, POR, PHM, lidská práce apod.).
- Další plochy vykazující pokles výnosů i přes vynaložené vstupy jsou zastíněné části DPB, zejména u souvislých hranic se stromovou vegetací. Zde je však potřeba individuální přístup, protože okrajový efekt okolních složek krajiny se projevuje odlišně, např. ve vztahu k orientaci ke světovým stranám, vláhovým podmínkám stanoviště, ve vztahu ke směru převládajících větrů apod.

Po aplikaci výše uvedených podmínek vzniká plocha s jednou plodinou optimalizovaná pro efektivní obhospodařování. Takto stanovená PP je již optimalizována z pohledu efektivity obdělávání. Doplněním o prvky ETP pak dochází k minimalizaci rizika vzniku degradačních procesů a současně je podpořena krajinná mozaika na zemědělské půdě mající další mimoprodukční funkce.



Obrázek 42: Příklady návrhu environmentálně-technických a produkčních ploch při optimalizaci.

II.1.5.4 Principy návrhu environmentálně-technických ploch

ETP jsou nedílnou součástí návrhu optimalizovaného uspořádání půdního bloku a přímo navazují na vymezení PP. Zatímco PP jsou primárně určeny ke stabilnímu, udržitelnému a efektivnímu pěstování plodin, ETP plní doplňující funkce, které zajišťují jak ochranu půdy a krajiny, tak i zvýšení celkové efektivity hospodaření. Jejich návrh proto nemůže být chápán jako oddělený proces, ale jako integrální součást prostorové optimalizace.

Hlavními principy tvorby jsou:

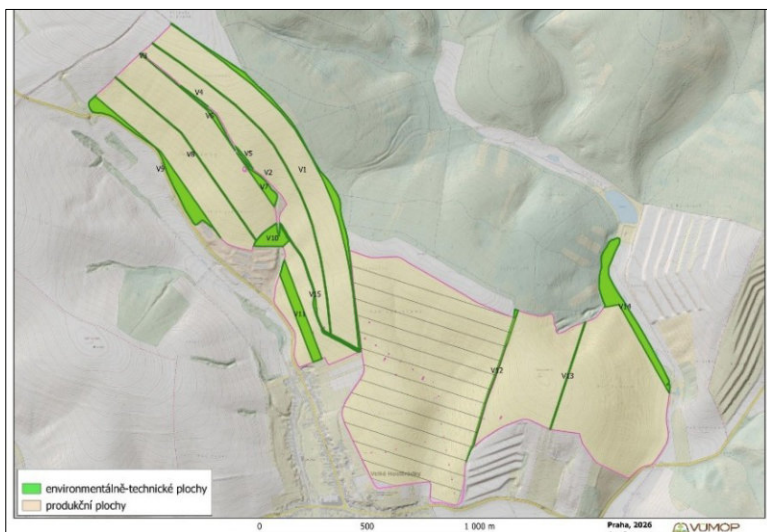
- Efektivita hospodaření – eliminace méně produktivních ploch
- Eliminace degradačních procesů – přerušení odtoku, omezení zhutnění
- Produkční funkce – produkce krmiva pro živočišnou výrobu
- Prostupnost krajiny – dostupnost mezi pozemky
- Zvýšení ekologické stability – biodiverzita

Z hlediska principu návrhu lze ETP vnímat ve dvou základních rovinách. První představují plochy vznikající jako důsledek optimalizace PP, tedy plochy s nižší produkční hodnotou nebo části DPB, jenž jsou neefektivně obhospodařovatelné – klíny, části pozemků mimo stanovenou šířku PP. Druhou rovinu tvoří plochy cíleně navrhované s ohledem na jejich ochrannou funkci, zejména ve vztahu k omezení degradačních procesů a zajištění prostupnosti krajiny. V praxi se tyto dva přístupy kombinují a výsledná podoba ETP na DPB vychází z komplexního přístupu (viz Obrázek 43). Mezi hlavní typy navrhovaných ETP patří zejména **protierozní pásy**, které je nutné správně dimenzovat, aby splňovaly svou funkci. Dále **zatravnění souvratí**, které jednak předchází tvorbě kolejových řádků vedených kolmo na vrstevnice (viz Obrázek 66), a jednak slouží jako preventivní opatření proti utužení půdy. Dalším způsobem využití ETP jsou **propojovací pásy**, sloužící pro propojení DPB v rámci PB, tak aby se eliminovaly mimopracovní pojezdy po PP. V ideálním návrhu se jejich využití kombinuje např. tak, že zatravněná souvrať zároveň slouží jako propojovací pás (viz Obrázek 43). ETP je nutné plánovat s ohledem na jejich další využití a údržbu. Je tedy nutné postupovat s výhledem dalšího využití ETP, tak aby byly plochy

nebyly následně potenciálním zdrojem problémů. Blíže jsou potenciální problémy popsány v kapitole II.1.5.5 a II.1.5.6.

Obecně návrh ETP musí vycházet z vymezených PP a musí logicky navazovat na požadavky a ekonomickou využitelnost v rámci zemědělského podniku. Hlavními principy při návrhu jsou:

- ETP vycházejí z prostorového vymezení PP.
- ETP navazují na výchozí zemědělskou výrobu – např. produkce píce, siláže atp.
- Šířka ETP musí odpovídat využívané technice – možnost otočení, mimopracovních pojezdů i pojezdů při údržbě ETP.
- Vegetační pokryv ETP musí být udržovaný – zamezení šíření plevelů, infiltrace v případě protierozních opatření.
- V případě protierozního opatření ETP musí být pásy správně umístěny a dimenzovány.
- ETP musí odpovídat aktuálním legislativním požadavkům.
- ETP mohou napomoci krajinnému rázu a mohou naplňovat ekosystémové služby.



Obrázek 43: Mapa navržených opatření. Na obrázku lze vidět různé typy ETP. Zatravnění méně efektivních částí pozemku, protierozní pásy a zatravněné souvratě využitě i jako propojovací pás pro mimopracovní pojezdy na DPB.

II.1.5.5 Role ETP při eliminaci degradačních procesů půdy

Ochrana půdy a jejích kvalitativních parametrů je zásadní pro trvale udržitelné zemědělství jak z pohledu environmentálního, tak ekonomického. Jednotlivé degradační procesy půdy vyvolávají řetězovou reakci a degradační proces se tak zacykluje a prohlubuje (např. dehumifikace → zhutnění → vodní eroze). Z tohoto pohledu by protierozní opatření proti vodní erozi (jako nejrozšířenější degradační proces v ČR) měla být navrhována, ale i realizována, jako komplex opatření vzájemně interagujících.

Z pohledu hospodařících subjektů je možné úpravou v systému hospodaření aplikovat skupiny agrotechnických a organizačních opatření. Tyto skupiny opatření umožňují chránit půdu před účinky dopadajících kapek deště, podporovat infiltraci vody do půdy a omezovat unášecí sílu vody. Nejsou však zaměřeny na přerušení či odvádění odtoku. K tomuto účelu slouží technická protierozní opatření, která jsou navrhována a dimenzována dle platných technických norem a jejich realizace podléhá stavebnímu zákonu. V rámci dlouhodobého sledování reálných erozních událostí se v poslední době významně projevuje vliv tzv. akceleratorů eroze – nejčastěji kolejové řádky a zhutnění na souvratích (Obrázek 44). Obdobně se erozní rizika zvyšují v místech častějšího otáčení zemědělské techniky na souvratích, ale také v rozích pozemku, či při objíždění trvalých přirozených překážek nacházejících se ve vnitřním prostoru půdních bloků (remízky, solitérní dřeviny, technická zařízení, sloupy elektrického vedení apod.). Zvýšené zatížení částí pozemku se následně projevuje nejen přímou degradací půdy, ale promítá se i do vývoje porostů plodin, především poklesem výnosu.

Aby ETP plnily protierozní funkci měly by být navrhovány tak, aby jejich založení, složení a management splňovaly následující podmínky:

- Pás je lokalizován ve směru vrstevnic.
- Na plochách dochází ke změně drsnosti povrchu.
- Na plochách jsou zvýšeny a udrženy infiltrační vlastnosti.
- Šířka ploch je navržena tak, aby na jejich plochách došlo k infiltraci celého objemu spadlé srážky.
- Počet pásů ve směru odtoku zabraňuje vzniku soustředěného toku.



Obrázek 44: Ukázky poškození půdy a porostů na souvratích (zdroj: Monitoring eroze).

Nezbytné je uvědomit si, že tato opatření mají účinnost do určité výšky srážky. Pro ochranu orné půdy je normou ČSN 75 4500 stanovena ochrana na srážku s pravděpodobností výskytu jednou za 10 let (N10). Při vyšších úhrnech dochází ke snižování účinnosti opatření. Pokud je však v lokalitě třeba aplikovat vyšší ochranu (ochrana významných prvků – intravilány, vodárenské nádrže aj.), je nezbytné přistoupit k návrhu kombinující technická, organizační a agrotechnická opatření.

Z hlediska problematiky utužení je možné považovat zatravnění za opatření předcházející technogenímu zhutnění půdy (Janeček et al., 2012)

Současně z širšího pohledu smysluplná diverzifikace zemědělské krajiny vede skrze dílčí opatření a jejich vzájemnou interakci k vyšší rezistenci krajiny vůči degradačním procesům.

II.1.5.6 Zásady obhospodařování ETP

Agrotechnické požadavky na tvorbu a management ETP by měly vycházet ze zásad a požadavků kladených v rámci evropského prostoru na půdy uváděné do klidu (Set-aside land, Flächenstilllegung), (Brant et al., 2021).

Výše uvedení autoři uvádějí, že zásadním požadavkem je vnímání funkce těchto ploch, které by měly zajistit dočasnou „konzervaci“ zemědělské půdy s posílením environmentálních funkcí půdy při minimalizaci energetických vstupů po dobu tohoto způsobu využití části zemědělské půdy na PB či DPB. Pojem „konzervace“ je vnímán z hlediska budoucího opětovného produkčního využití ve vztahu k jasně očekávanému budoucímu poklesu výměr zemědělské půdy z důvodu antropogenní a přirozené degradace. Jako antropogenní degradace zde zásadní roli hraje jiné využití půdy člověkem než pro zemědělskou či ornou půdu.

Systém využití ETP nesmí vést k agrotechnicky neobnovitelné degradaci půdy na těchto plochách a o plochu je nutné se starat v souladu s péčí řádného hospodáře. ETP nesmí zásadním způsobem omezovat hospodaření na PP. Nemají být zdrojem zaplevelení, chorob a škůdců, plochami s výskytem invazivních a expanzivních rostlinných druhů.

Systém plánovaného managementu daný použitými agrotechnickými zásahy by se měl promítnout do tvarových parametrů plochy. Primárně by i pro tyto plochy měl být navržen a dodržován systém optimalizovaných trajektorií jízd, respektující pracovní záběr strojů pro zásahy (seč, mulč, zpracování půdy při obnově, založení porostů, rychlo-obnova či přisevy apod.).

Šířka ETP umístěných mezi dvě a více PP na DPB by měla respektovat pracovní záběry mechanizace použité k obhospodařování (omezení přejezdů, snížení spotřeby PHM, pokles emisí CO₂ apod.). A současně je dimenzována na splnění protierozního účinku.

U ploch ETP nacházejících se mezi PP a vnější hranicí DPB by primárně měla rovněž u co největší části výměry zajišťovat optimalizaci trajektorií pohybu nebo pracovat s danou plochou s rozdílnou intenzitou managementu. Pravidelné zásahy a produkční využití (produkce píce, produkce osiva apod.) by měly být provozovány na optimalizovaných plochách ve vztahu k pohybu techniky. Výrazně nepravidelné části

těchto ploch, především přímo navazující na hranice DPB by měly být obhospodařovány extenzivním managementem.

Z hlediska omezení negativního vlivu plevelů a zaplevelujících rostlin, jejichž semena se mohou z ETP šířit na PP, je důležité potřebným managementem tato rizika omezit. Průměrná přirozená vzdálenost šíření generativních orgánů (mimo anemochorní druhy) od mateřské rostliny činí 1,5 m. Při provedení regulace vývoje porostu či při jeho produkčním využití (mulč, seč, sklizeň apod.) se semena od mateřské rostliny dostávají v důsledku odhozu, rozptýlu a ulpíváním na technice do mnohem větších vzdáleností od pozice mateřské rostliny. Z tohoto důvodu je nutné na hranici PP zamezit porostům vytvářejícím vegetační kryt (neprodukční a pícní využití) na ETP vstup porostů do generativní fáze (platí pro plevelné i cíleně vyseté druhy). Při využití části ETP pro produkci osiv, k cílenému pěstování druhově pestrých směsí s cílenou produkcí semen jako potravy pro volně žijící organismy apod. je vhodné mezi touto plochou a PP ponechat ochranný přechodový pás (např. na záběr mulčovače).

Nutnost specifikace přípustného managementu na ETP nevychází jen z potřeb eliminace rizik ETP pro PP ve vztahu k rozvoji a šíření škodlivých organismů, ale také ve vztahu k:

- zajištění využití těchto ploch pro pohyb osob v rámci volnočasových aktivit,
- k tvorbě optimálních vegetačních krytů pro podporu životních cyklů volně žijících organismů (hnízdění ptáků, pohyb živočichů, zvýšení aktivity dravců apod.),
- za účelem omezení erozních procesů (po vodou povaleném vysokém travním porostu dochází ke zvýšení rychlosti povrchového odtoku),
- zajištění a udržení vyšších infiltračních vlastností půdy,
- z důvodu omezení rizika pylových alergií (přenos pylu větrem),
- zajištění prostupnosti techniky pro údržbu rozvodných sítí, komunikací apod.
- zajištění otáčení techniky a pohyb transportní techniky na vymezených částech těchto ploch (pravidelně udržovaný porost bude lépe regenerovat, nebudou stroje na PP vnášet na rámy nacytlané části rostlin s chorobami, škůdci a plevely apod.).

Vegetační kryt a způsoby využití

Z hlediska zajištění environmentálních a technických funkcí těchto ploch by měly ETP být celoročně pokryty vegetačním krytem. Z hlediska stabilizační funkce v krajině a ve vztahu ke snížení ekonomických a energetických vstupů na jejich založení lze spíše předpokládat střednědobé (3 – 5 let) až dlouhodobější (nad 5 let) využití na DPB.

Druhové složení vegetačního krytu pro středně až dlouhodobé ozelenění bude především vycházet z plánované doby ozelenění a ze způsobu plánovaného managementu. Zásadní pro volbu druhů budou půdní a klimatické podmínky stanoviště.

Dominantními druhy pro ozelenění budou jetelovino-travní směsi složené z víceletých druhů. Pro zvýšení druhové pestrosti lze využít i osivo vícekomponentních směsí obsahujících kromě tradičních trav a jetelovin další tzv. luční druhy (kopretiny, jitrocele apod.).

Volbu konkrétního druhového složení směsí a jejich zastoupení ve směsi je nutné volit ve vztahu ke konkrétnímu stanovišti (půdní podmínky, vláhové podmínky, návaznost na keřovou či stromovou vegetaci, orientaci ke světovým stranám, předpokládanému zatížení přejezdy, odhadu počtu mechanických zásahů, k pícnímu využití apod.).

Obecná pravidla vývoje vegetace

Vývoj vegetace po založení ETP bude vycházet z pravidel sekundární sukcese. Po založení porostů se kromě vysetých druhů budou na druhovém složení podílet primárně jednoleté plevelné druhy pocházející z půdní zásoby, případně výdrol předplodiny.

Druhové složení plevelného spektra bude vycházet i z termínu založení. Při podzimním založení budou dominantní ozimé plevelné druhy a při jarním založení – jarní a pozdní jarní plevelné druhy. Pro jejich regulaci za účelem dobrého rozvoje vysetých druhů je vhodné provedení odplevelujícího zásahu (mulč či seč s odvozem biomasy).

Budou-li pro osetí zvoleny tradiční pícní druhy vyznačující se vyšším růstem a produkcí biomasy, bude prezentace plevelů na stanovišti nižší. Stav porostů je však vždy ovlivněn průběhem počasí.

Výskyt vytrvalých plevelných druhů bude závislý na jejich předchozím výskytu na stanovišti, systémem zpracování půdy před založením ploch (intenzivnější a hlubší kypření posune případný rozvoj vytrvalých plevelů do dalších let).

S délkou vývoje porostu a ve vztahu k systému managementu se bude měnit druhové složení. U porostů s nižší intenzitou zásahu, např. 1× ročně bude docházet k poklesu zastoupení jetelovin.

S procesem vývoje porostů, zejména s poklesem produkce biomasy, lze očekávat intenzivnější tlak anemochorně se šířících plevelných druhů.

Ve vztahu k obhospodařování ETP se jedná o uplatnění mulčování a seče. Mulčování má zajistit regulaci vývoje porostů a omezení potenciálu tvorby semen jednoletých plevelných druhů. Zásadní pro efektivitu zásahu ve vztahu k podpoře cílených druhů, regulaci plevelů, pokrytí holých míst mezi rostlinami mulčem a požadovaný proces rozkladu mulče má výška mulče.

Při použití seče se jedná o využití biomasy pro pícní využití, nebo v omezených případech pro kompostování. Pravidla pro provedení seče (termín, výška apod.) se odvíjejí od způsobu využití biomasy.

Ve vztahu k podpoře či změně druhového spektra lze počítat i s možnostmi přisevů.

Příklady mimoprodukčního a produkčního využití ETP

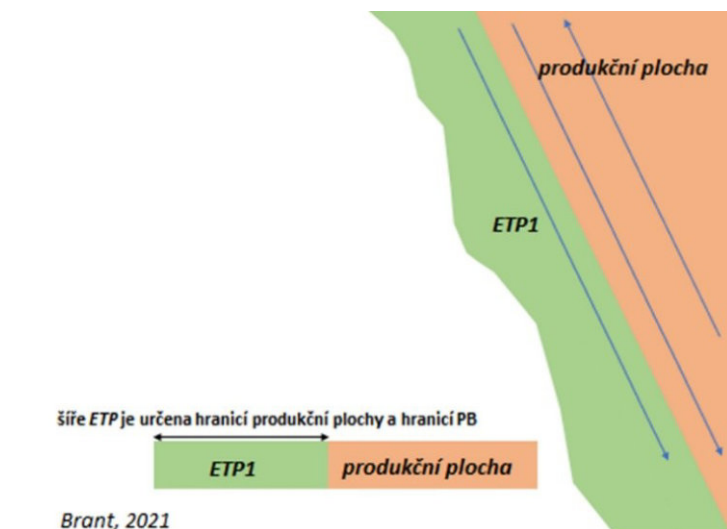
Způsoby využití ETP vycházejí z rozdílných systémů jejich členění, které v sobě mohou zahrnout spojení mimoprodukčního, extenzivního a intenzivního využití. Na následujících stranách jsou uvedeny příklady na pojetí využití ETP.

Celá plocha ETP využita pro produkční využití (Obrázek 45).

ETP1 – plocha sousedící s PP. Předpokladem je především pícní využití plochy.

Využití:

- Plocha slouží k otáčení a pohybu techniky provádějící pracovní operace na produkční ploše, k transportu na a z produkční plochy, pro pohyb osob (chůze, cyklistika apod.)
- Plocha je pravidelně obhospodařovaná (seč s odvozem biomasy, mulč apod.). Pravidelné obhospodařování zamezuje primárně rozvoji plevelů, aby nedocházelo k jejich vegetativnímu a generativnímu šíření na produkční plochu. Tvorba semen by měla být omezena i u druhů použitých pro cílené ozelenění této plochy, aby nedošlo k jejich rozšíření na plochu produkční (výskyt zaplevelujících rostlin).

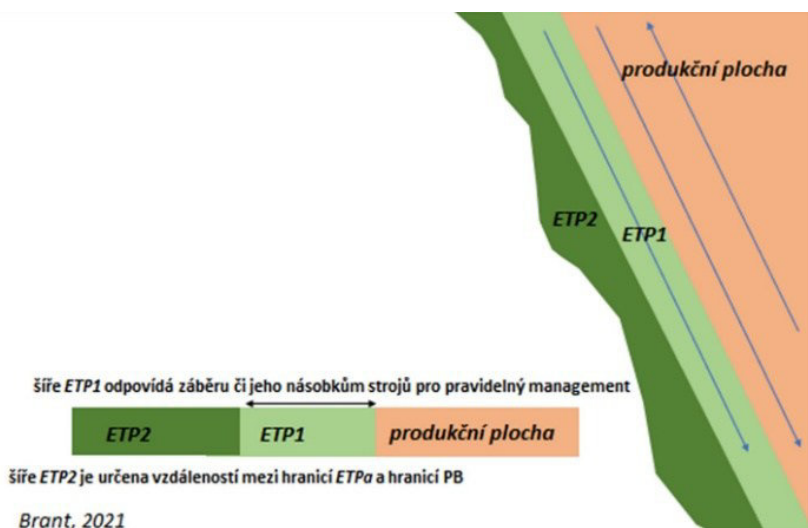


Obrázek 45: ETP plocha je celá využita pro produkční (např. pícní využití), (Brant et al., 2021).

Rozčlenění ETP na plochy s produkční funkcí a na plochy s mimoprodukční funkcí (Obrázek 46).

ETP1 – plocha sousedící s PP. Její šířka vychází ze záběru stroje určeného pro její obhospodařování (mulčovač, žací stroj apod.). Využití viz ETP1 (Obrázek 45)

ETP2 – plocha s omezeným managementem obhospodařování (provedeno regeneračního mulče max. 2x za rok). Na ploše nedochází k pohybu zemědělské techniky a transportním procesům.



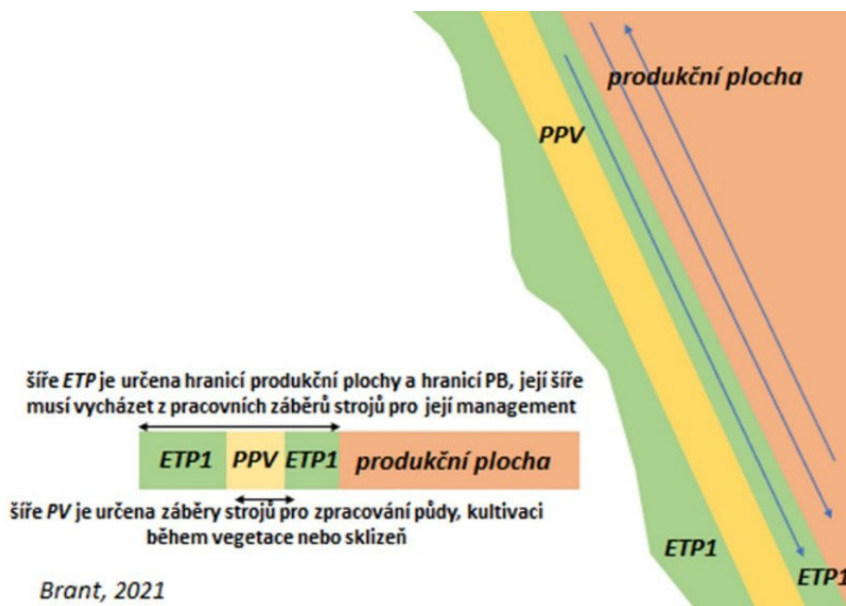
Obrázek 46: Rozčlenění ETP na plochy s produkční funkcí a na plochy s mimoprodukční funkcí (Brant et al., 2021).

Část ETP je využita pro environmentální či extenzivní způsob využití a část optimalizované plochy pro produkční využití (Obrázek 47).

ETP1 – plocha sousedící s PP a sahající až k jeho hranici. V ETP je umístěna produkční plocha vedlejší (PPV).

Předpokladem je pícní využití plochy nebo porost s environmentálním přínosem.

PPV – produkční plocha vedlejší je určena pro pěstování minoritních plodin (léčivé a aromatické rostliny, maloobjemová produkce osiv apod.).

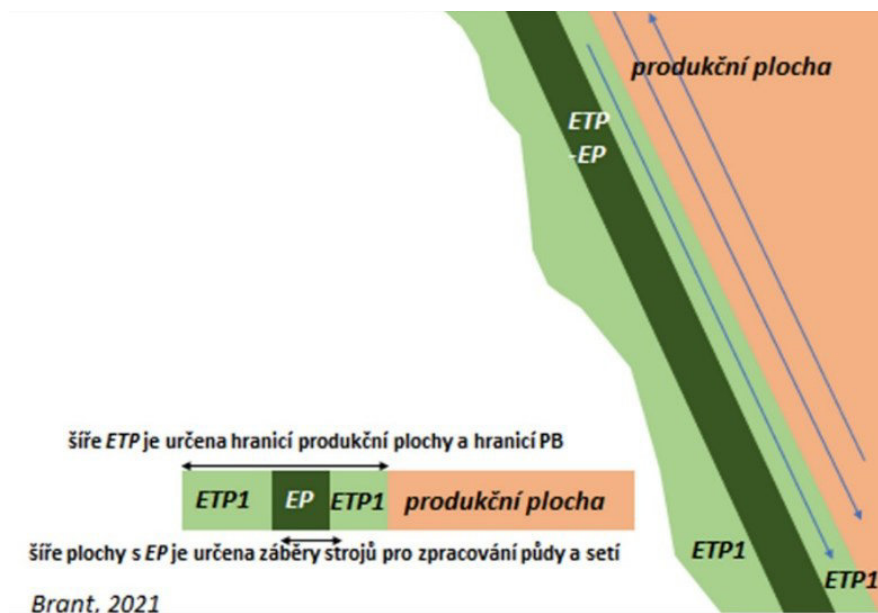


Obrázek 47: Část ETP je využita pro environmentální či extenzivní způsob využití a část optimalizované plochy pro produkční využití (Brant et al., 2021).

Extenzivně či intenzivně využívaná plocha ETP je rozšířena o plochu s výrazně ekologickou funkcí (Obrázek 48).

ETP1 – plocha sousedící s PP a sahající až k jeho hranici. V ETP je umístěna produkční plocha vedlejší. Využití viz ETP1 (Obrázek 45)

ETP-EP – cíleně založená plocha se speciálními druhy s vysokým environmentálním přínosem (podpora nutričních řetězců, zaměření na výskyt entomofauny, hnízdění ptactva apod.), u ETP-EP lze počítat i s pravidelným ročním obnovováním pokryvu (např. přesun biopásů do těchto ploch).



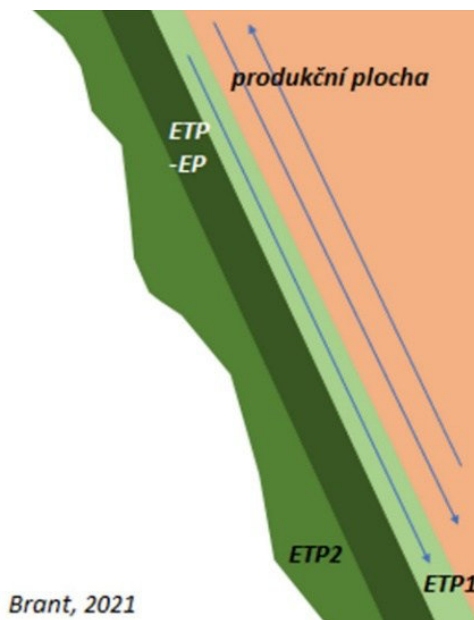
Obrázek 48: Extenzivně či intenzivně využívaná plocha ETP je rozšířena o plochu s výrazně ekologickou funkcí (Brant et al., 2021).

Plocha ETP je rozčleněna do několika ploch s rozdílnou funkcí při zachování optimalizace pro práci techniky (Obrázek 49).

ETP1 – plocha sousedící s PP. Její šířka vychází ze záběru stroje určeného pro její obhospodařování (mulčovač, žací stroj apod.). Využití viz ETP1 (Obrázek 45).

ETP2 – část environmentálně-technické plochy s omezeným managementem ohospodařování (provedeno regeneračního mulče max. 2x za rok). Na ploše nedochází k pohybu zemědělské techniky a transportním procesům.

ETP-EP – cíleně založená plocha se speciálními druhy s vysokým environmentálním přínosem (podpora nutričních řetězců, zaměření na výskyt entomofauny, hnízdění ptactva apod.), u ETP-EP lze počítat s i pravidelným ročním obnovováním pokryvu.



Obrázek 49: Plocha ETP je rozčleněna do několika ploch s rozdílnou funkcí při zachování optimalizace pro práci techniky (Brant et al., 2021).

1.1.1.1 Systémové pojetí ETP ve vztahu agrotechnickým požadavkům

Uspořádání ETP lze vnímat z hlediska rozdílného hierarchického členění. Primární pohled členění je na úrovni DPB. Nadstavbovým pohledem je propojení DPB nebo PB s ostatními částmi krajiny (cestní síť, lesní společenstva apod.) v rámci jednoho zemědělského subjektu. Třetí úroveň je systémové propojení ETP s dalšími částmi krajiny na větším zájmovém území. Třetí úroveň členění však překračuje možnosti plánování a řešení na úrovni jednoho zemědělského subjektu a přenáší požadavky na tuto strukturu na státní správu.

Z hlediska systémového pojetí může být ETP využito na úrovni:

- DPB – na základě vnitřní produkční zonace pozemku
- PB – řeší vjezdy na pozemek a dostupnost jednotlivých PP
- krajiny – ETP mohou mít návaznost v rámci propojení krajinných matic

Na obrázku (Obrázek 50) doložen příklad propojení ETP s dalšími částmi krajinného prostoru na úrovni PB obhospodařovaných jedním zemědělským subjektem.



Obrázek 50: Příklad propojení ETP s dalšími částmi krajinného prostoru na úrovni PB obhospodařovaných jedním zemědělským subjektem (Brant et al., 2021).

II.1.6 Benefity optimalizace pro agrotechnické operace na PP

V případě optimalizace tvaru zemědělských pozemků lze z hlediska agrotechnických operací dojít k řadě úspor na vstupech, ať se jedná o spotřebu pohonných hmot, přesevů a překryvů aplikovaných dávek. Rovněž předejít technogennímu zhutnění půdy. Blíže se tématu věnují následující kapitoly.

II.1.6.1 Omezení spotřeby pohonných hmot a snížení emisí CO₂

Základním faktorem spojeným s pohybem pracovních souprav po pozemku je spotřeba pohonných hmot (PHM). Spotřeba pohonných hmot je jednak závislá na pracovní operaci a dále kumulativně na systému pěstební technologie, která určuje celkovou sumu spotřeby PHM. Spotřeba PHM se u jednotlivých agrotechnických operací výrazně liší podle technologie zpracování půdy, například při konvenční technologii dosahuje spotřeba při orbě přibližně 28,15–34,68 l·ha⁻¹, při předseťové přípravě 28,06–34,09 l·ha⁻¹ a při setí 12,18–13,06 l·ha⁻¹, zatímco u minimalizační technologie činí spotřeba při kypření 22,84–25,81 l·ha⁻¹ a u bezorebných systémů pouze 2,58–2,69 l·ha⁻¹ při aplikaci herbicidu (Stajanko et al., 2009). Podle Akbarnia a Farhani (2014) se spotřeba pohonných hmot při zpracování půdy výrazně liší podle zvolené technologie, přičemž u konvenčního systému dosahuje přibližně 59,33 l·ha⁻¹, u minimalizačního systému 29,67 l·ha⁻¹ a u bezorebného systému pouze 14,33 l·ha⁻¹. Kromě pracovní operace má vliv na spotřebu i hloubka zpracování půdy a stav půdy (Jumbo et al., 2025). Optimalizace pohybu zemědělské techniky, zejména omezením neproduktivních jízd a vhodnou volbou pracovního vzoru, vede ke snížení ujeté vzdálenosti a času operace, čímž dochází ke snížení spotřeby pohonných hmot (Nørremark et al., 2022). Optimalizace pohybu techniky pomocí navigačních systémů vede ke snížení překryvů až o 6 % a mezer až o 16 %, čímž dochází ke zvýšení efektivity práce až o 20 % a současně ke snížení spotřeby pohonných hmot, práce a provozních nákladů na jednotku plochy (Kharel et al., 2020). Optimalizace pohybu zemědělské techniky pomocí navigačních systémů, která vede ke snížení překryvů a neproduktivních jízd, prokazatelně snižuje spotřebu pohonných hmot (cca o 11,5 %) a

současně i emise CO₂, které mohou klesnout až o 25–27 % na hektar (Stajanko et al., 2009). Spotřeba PHM (motorové nafty) přímo souvisí s produkcí emisí CO₂. Emisní faktory pro stanovení emisí z motorové nafty dokládá Kožíšek et al. (2024), Tabulka 12.

Tabulka 12: Emisní faktory pro stanovení emisí z motorové nafty (zdroj: cert. metodika vypocet uhlíkové stopy final_2.pdf).

	Emisní faktor kg CO ₂ _{ekv} · l paliva ⁻¹	Zdroj dat	Odkaz	Datum vydání dokumentu
Motorová nafta	2,7000	EIB Project Carbon Footprint Methodologies, str. 26	https://www.eib.org/attachments/ucalli/eib_project_carbon_footprint_methodologies_2023_en.pdf	leden 2023
Motorová nafta	3,1400	ISCC EU 205 GREENHOUSE GAS EMISSIONS, rok vydání červenec 2021, str.58	https://www.iscc-system.org/wp-content/uploads/2022/05/ISCC_EU_205_Greenhouse-Gas-Emissions-v4.0.pdf	2021
Motorová nafta	3,4102	prováděcí nařízení komise příloha IX	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996	14.06.2022

II.1.6.2 Omezení opakovaného lokálního provádění agrotechnických operací

Optimalizace půdních bloků vycházející z přizpůsobení vnitřních produkčních ploch záběrům technických prostředků a jejich navazujících násobků zásadním způsobem eliminuje opakované přejíždění trajektorií v důsledku eliminace nepravidelných ploch či hranic.

Zásadní význam má omezení spotřeby pohonných hmot, jejichž spotřeba je spojena se všemi pozemními pracovními operacemi. U pozemních operací je optimalizace tvaru vnitřních produkčních ploch spojena se snížením celkové délky pracovních trajektorií, což je primárním faktorem spořicím palivo. Omezení celkové délky pracovních linií zároveň přispívá k poklesu PHM. Opomíjenou skutečností je, že optimalizace půdních bloků přispívá i ke zvýšení efektivity a plánování práce při použití autonomních bezpilotních leteckých prostředků.

Další význam z hlediska úspor vstupů a omezení agrotechnických a ekologických rizik při tvarové optimalizaci půdních bloků je omezení vstupů osiv, minerálních hnojiv, pesticidů a pomocných látek.

Především při překryvu pracovních jízd dochází k rizikům přesevů, přehnojení či navýšení dávky aplikovaných kapalných látek. Obecně je rovněž nedocenen přínos optimalizace pozemků pro aplikaci pevných statkových a kapalných organických hnojiv. Při jejich aplikaci na pozemcích bez optimalizace pohybu souprav dochází ke zvýšenému zatížení půdy kolejovými stopami, k aplikacím nerespektujícím délku pracovní jízdy ve vztahu k dávce, k předávkování kapalně složky vůči vodnímu potenciálu půdy apod.

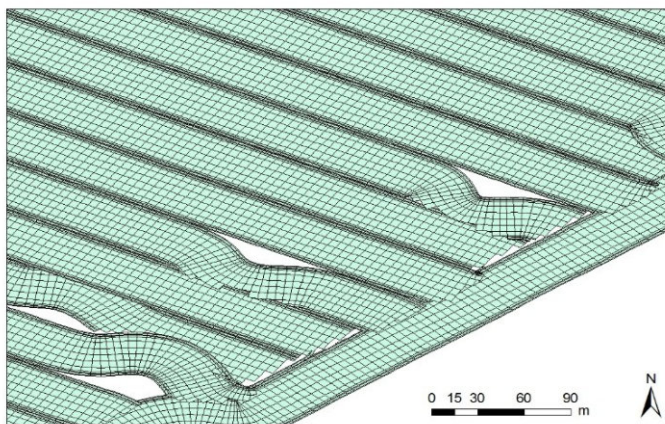
II.1.6.3 Eliminace překryvů u rozmetadel minerálních hnojiv a aplikátorů kapalných látek

S nepravidelnými tvary pozemků nebo zakřivenými stranami pozemků narůstá počet přejezdů, otoček, překryvů, přesévání nebo vynechávek. I minimální zakřivení strany pozemku je zdrojem opakovaných přejezdů. V našich podmínkách platí, že pozemky, kde nejsou dvě protilehlé strany rovnoběžné, můžeme považovat za standard. V případě manuálního ovládání aplikační techniky výrazně narůstají překryvy a opakované ošetření ploch. S navyšováním ošetřených ploch a tím i množství přípravků nebo hnojiv je dalším negativním dopadem a tím je riziko poškození porostu vlivem nadměrné zátěže hnojivy nebo postřiky (Obrázek 51).



Obrázek 51: Poškození porostu řepky vlivem nadměrné chemické zátěže (foto Kroulík).

S ohledem na skutečnost, že protilehlé strany pozemku jsou ve většině případů různoběžné a souprava nenajíždí a nevjíždí kolmo ze záběru, autonomně řízené vypínání sekcí postřikovače, nebo omezení rozhozu rozmetadla výrazně sníží zátěž obsluhy a také sníží počet opakovaných překryvů. Jistým problémem je rovněž přítomnost překážek na pozemcích, nejčastěji sloupů elektrického vedení. Na obrázku níže (Obrázek 52) je patrná práce sekcí postřikovače v detailním pohledu. Na obrázku je kromě práce na souvrati patrná rovněž práce autonomního ovládání při objíždění překážek. Obrázek 52 přináší celkový pohled na práci stroje. S ohledem na technické možnosti provedení vypínání sekcí ramen je zapotřebí zmínit, že k částečnému překryvu záběrů bude vždy docházet. Při porovnání s manuálním vypínáním se jedná o výrazné snížení opakovaně ošetřených ploch. Na základě měření a sledování pracovních souprav lze konstatovat, že na pozemku s různoběžnými protileteckými stranami a obecně průměrné výměře pozemků 20 ha, je překryv na úrovni okolo 6 % z výměry pozemku.

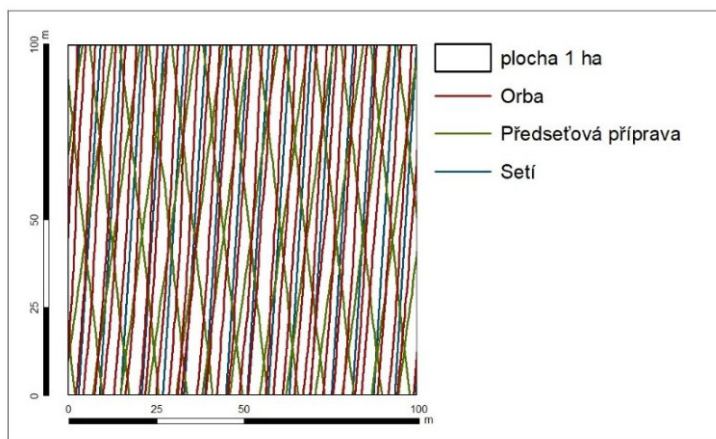


Obrázek 52: Detail záznamu práce postřikovače s ukázkou ovládání sekcí aplikačních ramen.

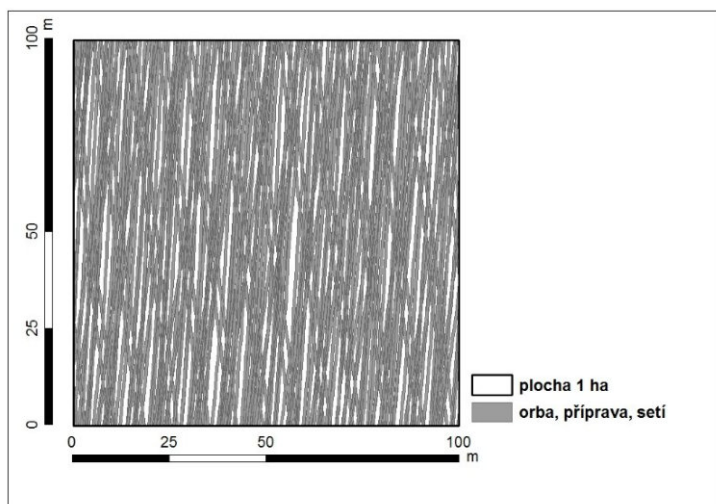
II.1.6.4 Eliminace technogenního zhutnění

Nežádoucí zhutnění půdy je spojováno především s přejezdy technikou po pozemcích. Intenzita se odvíjí od zvolené technologie zpracování půdy. Vedle pojezdů můžeme pozorovat, v kombinaci s vlhkostními a půdními podmínkami také působení pracovních nástrojů. Dopady nežádoucího zhutnění můžeme následně pozorovat v průběhu celé pěstební sezony. V hlubších vrstvách můžeme stopy nežádoucího zhutnění pozorovat i s odstupem několika let. V současném pojetí zemědělské výroby jsou přejezdy po pozemcích zemědělství nevyhnutelné, nicméně organizaci pohybu souprav se věnuje stále nedostatečná pozornost.

Na následujících obrázcích je ukázka záznamu pohybu zemědělské techniky po pozemku, demonstrována na jednohektarovém výřezu. Pro zpracování se vycházelo z telematických záznamů pohybu pracovních souprav. Záznam dokládá vysokou míru přejezdů, spojenou především s operacemi základního zpracování půdy, celoplošné předseťové přípravy a setí. Záznam je ukázkou praktikovaného postupu zakládání porostů širokořádkových plodin v jarním období. Obrázek 53 zobrazuje trajektorie jízd jednotlivých souprav. Jak je z obrázku patrné, směry jednotlivých jízd jsou voleny náhodně, bez vzájemného propojení a návaznosti. Organizace přejezdů odpovídala provozním podmínkám v zemědělském podniku, nebylo do ní nijak zasahováno. Pro názornost je na dalším obrázku (Obrázek 54) znázorněno pokrytí plochy stopami pneumatik. Při výpočtu se vycházelo z šířek pneumatik a rozchodu kol.



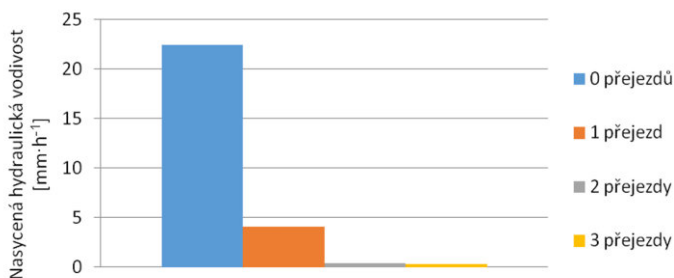
Obrázek 53: Mapa záznamu pohybu mechanizace po pozemku na výřezu o ploše 1 ha, reálný stav.



Obrázek 54: Mapa přejeté plochy pozemku stopami pneumatik na výřezu o ploše 1 ha.

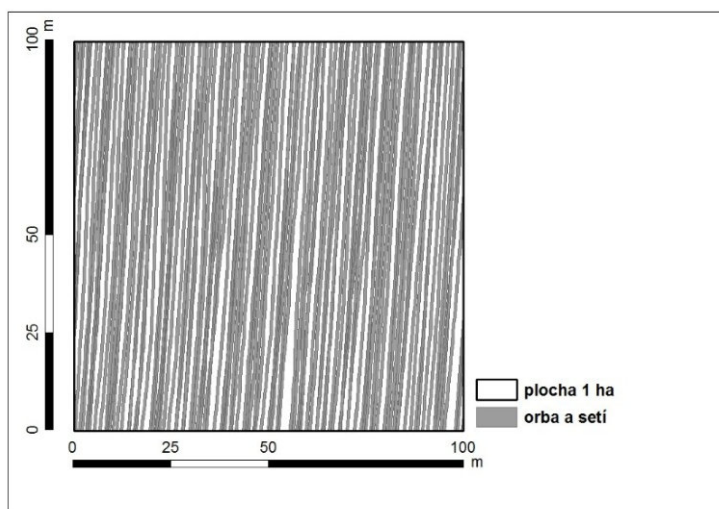
Výsledky ze sledování intenzity přejezdů ukazují, že původní technologií zpracování půdy a setí, bylo 75,9 % plochy přejeto alespoň 1x pneumatikami traktoru během jednoho roku, resp. sezóny. Dále bylo spočítáno, že tato, již jednou přejetá plocha byla vystavena opakovaným přejezdům. Výrazný podíl mají také plochy přejeté 2x. Přestože je pro míru zhutnění nejvýznamnější první přejezd, hodnota narůstá také s každým dalším přejezdem.

Graf (viz Obrázek 55) dokumentuje, že již první přejezd techniky výrazně snižuje infiltrační schopnosti půdy v důsledku jejího zhutnění. Po prvním zatížení dochází k prudkému poklesu nasycené hydraulické vodivosti, což znamená omezení vsakování vody do půdy a zvýšení rizika povrchového odtoku a eroze. Další přejezdy již infiltrační vlastnosti půdy výrazněji nezhoršují, protože největší změna nastává právě po prvním přejezdu.

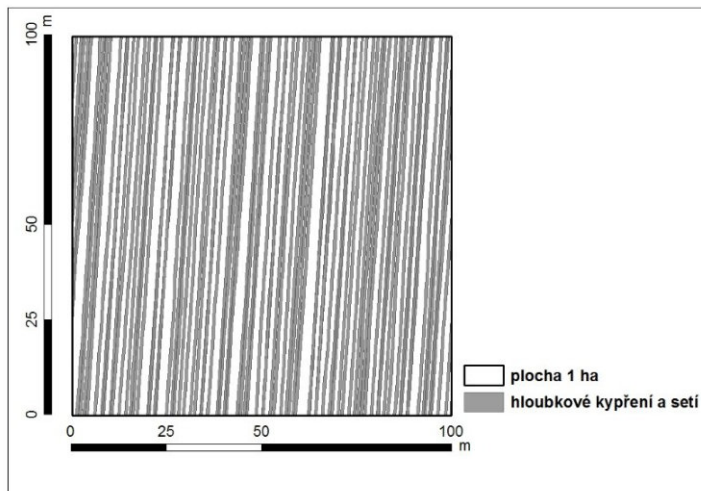


Obrázek 55: Hodnoty nasycené hydraulické vodivosti po různém zatížení půdy (Chyba, 2013).

Při optimalizaci pojezdů, kdy byla zavedena modifikovaná technologie s omezenou předsetovou přípravou, došlo k výraznému snížení přejeté plochy, včetně přejezdů opakovaných. Tohoto snížení bylo dosaženo jednak vynecháním předsetové přípravy a sloučením jízdních stop při kypření a setí, případně sloučením operací do jednoho přejezdu. Ze srovnání obrázku níže je patrné snížení plochy přejezdů po optimalizaci pojezdů.



Obrázek 56: Plocha přejetá pneumatikami traktoru v technologii orba – setí. Před optimalizací pojezdů.

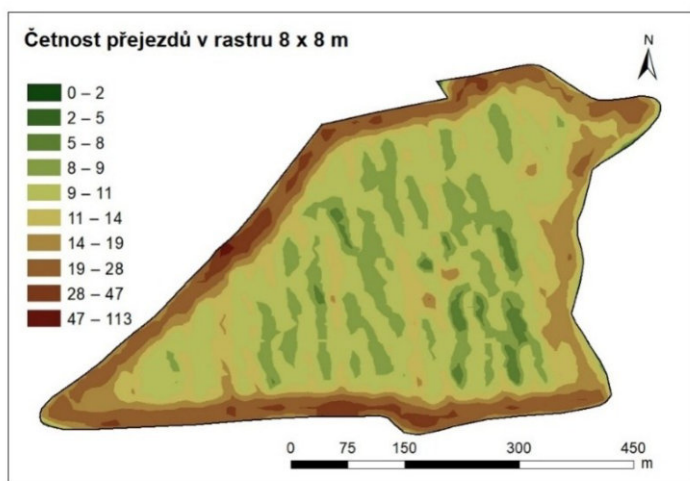


Obrázek 57: Plocha přejetá pneumatikami traktoru v technologii hloubkové kypření – setí. Po optimalizaci pojezdů.

Nežádoucí zhutnění půdy se, kromě výše jmenovaných rizik, výrazně podílí na energetické náročnosti. S ohledem na požadované snižování energetických vstupů, spotřeby PHM a produkce CO₂ bude také toto hledisko významné.

Na základě záznamu trajektorií je možné dále identifikovat místa s vysokou koncentrací přejezdů a rizikem utužení půdy. Na obrázku (Obrázek 58) je graficky znázorněné, že zhutnění půdy je spojeno s počtem přejezdů strojů, ale také s časovou expozicí, po kterou je půda vystavena tlaku pojezdových mechanismů. Obrázek 58 ukazuje plochy s rozdílnou intenzitou přejezdů a rozdílnými časovými expozicemi půdy tlakem stroje. Mapa byla vytvořena jako součet počtu záznamu v čase na příslušných plochách. To znamená, že pro záznam bylo určující, kolikrát stroj vstoupil na danou plochu a jak dlouho (včetně prostojů) se na dané ploše zdržel.

Z obrázku je patrné, že zejména souvratě jsou vystaveny zvýšené intenzitě přejezdů. Přesto jsou tyto plochy ošetřovány se stejnou, ne-li vyšší intenzitou jako ostatní produkční plochy. Vynaložené úsilí zemědělského subjektu však očekávané výsledky často nepřináší.



Obrázek 58: Mapa charakterizující četnost přejezdů na jednotlivých částech pozemku.

II.1.6.5 Zvýšení efektivity práce

Optimalizace půdního bloku je založena na optimalizaci tvaru produkčních ploch a tím k optimalizaci trajektorií pracovních souprav. Optimalizace pracovních trajektorií vede ke snížení neproduktivní ujeté vzdálenosti v rozsahu přibližně 13,8–31,5 % (resp. až 43,8 % celkové neproduktivní vzdálenosti) a současně ke snížení počtu transportních operací, což se přímo projevuje zvýšením efektivity polních prací (Nørremark et al., 2022). Dodržení pohybu souprav v definovaných trajektoriích je plně závislé na využití navigačních systémů, ale také zajišťuje omezení překryvů pracovních jízd. Použití navigačních systémů při polních operacích vedlo ke snížení překryvů až o 6 % plochy a mezer až o 16 %, což se přímo projevilo zvýšením efektivity pokrytí a celkové provozní efektivity práce (Kharel et al., 2020).

Benefity optimalizace tvaru DPB na agronomické operace jsou:

- Snížení spotřeby PHM a emisí
 - úspora PHM kolem 11 %
 - emisí CO₂ až 27 % na ha
- Omezení překryvů a mezer:
 - překryvy až 6 %,
 - mezery až 16 %
 - celková efektivita práce zvýšena až 20 %
- Zkrácení neproduktivních jízd:
 - až o 8 - 31,5 %
- Snížení vstupů (osiva, hnojiva, pesticidy)
 - eliminací překryvů – v řádu jednotek %
- Omezení zhutnění půdy snížením opakovaných přejezdů

II.1.7 Zlepšení podmínek pro poskytování ekosystémových služeb krajiny

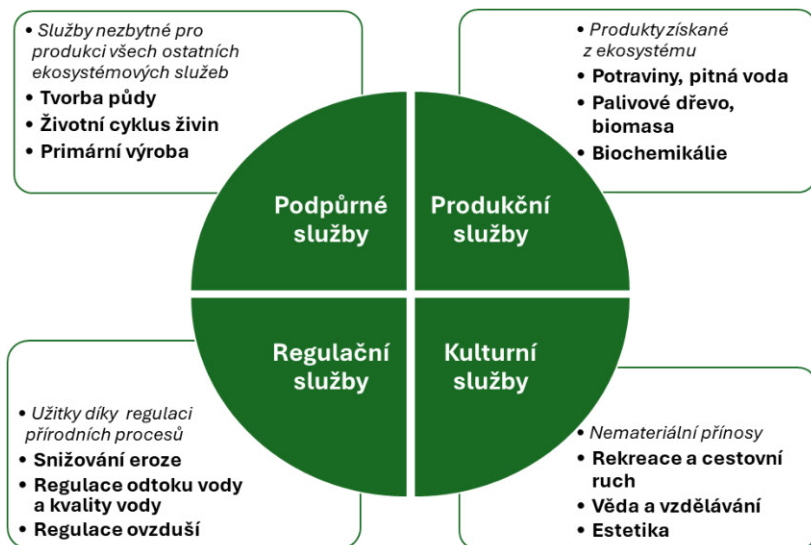
Environmentálně technické plochy představují v zemědělské krajině multifunkční prvek, který přispívá k poskytování ekosystémových služeb napříč regulační, kulturní, produkční i podpůrnou rovinou. Ekosystémové služby přitom obecně označují přínosy, které lidé získávají z ekosystémů (např. MEA, 2005; TEEB, 2010; Haines-Young, 2023), a představují vhodný rámec pro zachycení environmentálních, sociálních i ekonomických dopadů krajinných opatření.

Význam ETP spočívá především v tom, že omezují negativní dopady intenzivního hospodaření přímo v místě jejich vzniku a současně posilují ekologickou stabilitu a odolnost území. V regulační oblasti ETP zpomalují odtok vody, snižují erozní ohrožení, omezují transport sedimentu a živin, podporují retenci vody, zlepšují mikroklimatické podmínky a přispívají k ochraně kvality půdy, vody i ovzduší. Vedle toho podporují biodiverzitu, vytvářejí vhodná stanoviště pro řadu organismů a zvyšují prostupnost krajiny.

Jejich přínos se však neomezuje pouze na ekologickou rovinu, ale projevuje se i kulturně a socioekonomicky, například zvýšením estetické a rekreační hodnoty krajiny, vzdělávacího potenciálu území a v některých případech i nepřímými ekonomickými efekty. V základním pojetí se ekosystémové služby obvykle člení do čtyř hlavních kategorií – regulačních, kulturních, produkčních a podpůrných (viz Obrázek 59). Toto členění umožňuje systematicky identifikovat, kvantifikovat a případně i ekonomicky oceňovat jednotlivé přínosy (viz Kapitoly II.2-3). Kvantifikace je zpravidla založena na biofyzikálních ukazatelích (např. množství zadržené vody, zachycených látek či produkce biomasy), které lze v dalším kroku převádět do peněžních jednotek pomocí vhodných oceňovacích metod. Podpůrné služby se přitom obvykle samostatně neoceňují, neboť tvoří základ pro poskytování ostatních kategorií služeb (Macháč et al., 2020).

Současně je třeba zdůraznit, že přínosy ETP nejsou automatické, ale jsou podmíněny jejich vhodným prostorovým umístěním, druhovým složením vegetace, návazností na další krajinné prvky a odpovídajícím dlouhodobým managementem. Z produkčního hlediska mohou ETP krátkodobě znamenat omezení intenzivního využití části zemědělské půdy, v dlouhodobém horizontu však přispívají ke stabilizaci produkční

schopnosti stanoviště, ochraně půdního fondu a udržitelnějšímu hospodaření.



Obrázek 59: Kategorizace ekosystémových služeb ve vztahu ke krajině.
Zdroj: Vlastní znázornění dle MEA (2005) a TEEB (2010).

Na výše uvedený rámec ekosystémových služeb lze navázat konkrétním vymezením jejich jednotlivých typů ve vztahu k ETP, které v zemědělské krajině plní celou řadu vzájemně provázaných funkcí.

II.1.7.1 Regulační ekosystémové služby

ETP v zemědělské krajině zásadně přispívají k regulaci přírodních procesů, zejména v oblasti vodního režimu, kvality složek životního prostředí a odolnosti půdy i krajiny vůči extrémním projevům počasí. Klíčovou funkcí je **retence vody**, tedy její zadržení v území a zpomalení odtoku, což vede ke snížení odvodu srážkové vody z krajiny. Na tuto funkci úzce navazuje **redukce povodňového rizika**, kdy retenční schopnost území přispívá ke zmírnění dopadů přívalových srážek i říčních povodní.

Významná je rovněž role ETP při **zlepšování kvality vody**, a to prostřednictvím filtrace, samočisticích procesů a omezení transportu živin a znečišťujících látek do vodních toků. Vegetační prvky zároveň

přispívají ke **zlepšení kvality ovzduší** zachycováním prachových částic a plynných polutantů a ovlivňují mikroklima regulací teploty, vlhkosti a proudění vzduchu.

Další významnou funkcí je **ochrana půdy před erozí**, kdy dochází ke zpevnění půdního povrchu vegetací a jejím kořenovým systémem, snížení povrchového odtoku a zachycení sedimentu. Mají tak potenciál snižovat počet erozních smyvů dostávající se jak do toku, tak způsobující škody v intravilánech a extravilánech obcí (např. na pozemcích a komunikacích). ETP rovněž mají potenciál **zlepšovat mikroklima** díky snižování přehřívání povrchu polí, podpoře pozvolného odparu. Tím přispívají ke stabilnějším teplotním a vlhkostním poměrům v lokalitě. ETP rovněž přispívají k **ukládání uhlíku** v krajině a tím k mitigaci změny klimatu.

Druhově pestré ETP vytvářejí **prostor pro opylovače** a zvyšují ekologickou **prostupnost** zemědělské krajiny. Při správném managementu mohou ETP podporovat **biologickou stabilitu prostředí** a přirozené nepřátele škůdců; při zanedbání však mohou být i zdrojem rizik. Tam, kde jsou plochy doplněny o keřové nebo stromové pásy a existuje zdroj hluku, mohou ETP také **redukovat hluk**.

II.1.7.2 Kulturní ekosystémové služby

ETP přispívají ke zvyšování kvality života obyvatel prostřednictvím kulturních a sociálních funkcí krajiny. ETP zvyšují **rekreační využitelnost** zemědělské krajiny tím, že vytvářejí příjemnější a prostupnější prostředí pro pohyb lidí, zejména podél polních cest a okrajů půdních bloků. V krajině s převahou velkoplošné orné půdy tak podporují pěší pohyb, cyklistiku i každodenní pobyt obyvatel.

ETP současně zvyšují **estetickou hodnotu** krajiny tím, že narušují vizuální uniformitu velkoplošné orné půdy a obnovují prvky připomínající historickou strukturu krajiny. Estetický efekt se může projevit jak v každodenním vnímání krajiny místními obyvateli, tak ve zvýšení její atraktivity pro návštěvníky.

ETP mohou rovněž plnit významnou **vzdělávací funkci**. Přispívají k environmentálnímu povědomí veřejnosti a mohou být využívány pro neformální vzdělávání, například v kombinaci s informačními prvky nebo demonstračními projekty zaměřenými na udržitelné hospodaření v krajině.

II.1.7.3 Produkční ekosystémové služby

Zemědělská krajina je primárně spojena s produkční funkcí, která zahrnuje produkci plodin a živočišnou výrobu. ETP je třeba posuzovat s vědomím, že jejich primárním účelem obvykle není maximalizace bezprostředního produkčního výnosu, ale dlouhodobá stabilizace funkcí zemědělské krajiny, zejména prostřednictvím zlepšení půdních a hydrologických podmínek.

Zavedení ETP na části zemědělské půdy obvykle **snižuje plochu** využitelnou pro konvenční produkci plodin, případně dochází k omezení intenzity hospodaření. Současně však mohou ETP přinášet i produkční přínosy, a to buď přímo prostřednictvím využití **seny, píce, steliva, dřeva či jiné biomasy**, nebo nepřímo díky stabilizaci půdních a vláhových podmínek, omezení eroze a zachování dlouhodobé produkční schopnosti stanoviště. Produkční funkci ETP je proto vhodné chápat nikoli izolovaně jako otázku okamžitého výnosu, ale v širším kontextu dlouhodobé udržitelnosti a stability zemědělského hospodaření.

II.1.7.4 Podpůrné ekosystémové služby a další užitky

Podpůrné ekosystémové služby představují základní procesy, které umožňují fungování ostatních kategorií ekosystémových služeb. V kontextu ETP zahrnují zejména **tvorbu biotopů, koloběh živin** a udržování ekologických procesů v krajině.

ETP přispívají k vytváření a obnově stanovišť pro široké spektrum organismů, čímž podporují **biodiverzitu a ekologickou stabilitu** území. Tyto procesy jsou klíčové pro fungování regulačních i produkčních služeb, například prostřednictvím podpory opylovačů, přirozených nepřátel škůdců nebo udržování půdní úrodnosti. Jejich přínos je vyšší při vhodném prostorovém propojení s dalšími krajinnými prvky a při odpovídajícím managementu.

Dalším významným přínosem může být zvýšení estetické a environmentální kvality území, které se v některých případech promítá i do **zvýšení hodnoty nemovitostí** v okolí. Tento efekt je obvykle nepřímý a závisí na konkrétním kontextu území, dostupnosti dalších funkcí a celkové atraktivitě krajiny.

II.1.8 Optimalizace půdních bloků pro omezení erozních procesů půdy

Půda je jedním z nejcennějších přírodních bohatství a její existence je podmínkou pro zajištění potravinové soběstačnosti každého státu. V České republice je, stejně jako v ostatních státech ohrožena řadou faktorů a procesů, které ji ovlivňují. Eroze je jedním z těchto faktorů, který je zároveň do určité míry přirozený (Boardman & Poesen, 2006). V důsledku činnosti člověka a probíhající klimatické změny dochází na řadě míst k intenzifikaci tohoto procesu (Pruski & Nearing, 2002).

Existuje řada způsobů, kterými je možné ovlivnit vznik a intenzitu erozního procesu (Janeček et al., 2012). Tato opatření (tzv. protierozní opatření) představují celou paletu aktivit od organizace zemědělské činnosti, přes využití moderních agrotechnických postupů až po realizaci technických opatření.

Dlouhodobě orientované studie ukazují, že v podmínkách České republiky jsou významným faktorem zvyšujícím erozní činnost zemědělské procesy vedoucí ke zhutnění půdy např. v kolejových řádcích, místech tzv. souvratí kde dochází k otáčení a manipulaci zemědělské techniky nebo v místech objezdů přirozených překážek na pozemcích (okraje pozemků, remízky apod.). V těchto místech dochází k degradaci půdy a následně i poklesu její úrodnosti (Vale et al., 2023).

Optimalizace zemědělské činnosti na pozemků představuje cílené rozdělení zemědělského pozemku na plochy, kde dochází k trvalému využití pro pěstování zemědělských plodin, zbylé části pozemku označujeme jako „environmentálně-technické plochy“. Tyto části nejsou primárně určeny k pěstování plodin. Umožňují šetrné a bezpečné obdělávání trvalých zemědělských ploch (Kapička et al., 2023).

Vhodným umístěním ETP zajistíme snížení počtu pojezdů zemědělskou technikou na optimální (minimální) úroveň. Z hlediska protierozní ochrany je třeba umisťovat ETP kolmo na směr drah soustředěného odtoku (tj. ve směru vrstevnic).

Takto rozmístěné ETP podporují protierozní ochranu půdy primárně zkrácením délky svahu orné půdy. Díky tomu je eliminován vznik soustředěného povrchového odtoku. Vzniklý povrchový odtok probíhá „pouze“ jako plošný, který je z hlediska eroze půdy a jejího transportu z pozemku výrazně méně účinný. Dalším pozitivním důsledkem je

zvýšení drsnosti v ploše ETP což zvyšuje možnost sedimentace erodovaného materiálu, který se zachytí přímo na pozemku. Pokud jsou ETP vytvářeny na dolním okraji pozemků představují retenční pás s velkým potenciálem zachycovat erozní splaveniny i část povrchového odtoku.

Bylo prokázáno, že ETP také efektivně zabraňují povrchové erozi a následné sedimentaci erodovaných půdních částic v údolnicích. např. Le Bissonnais et al. (2004) zmiňují, že travní pásy mohou až čtyřnásobně snížit erozi a následné množství transportovaného materiálu. V travních pásích dochází k zachycení zejména hrubé půdní frakce, část jemných půdních částic byla detekována i pod pásy. Pozitivní efekt vegetačních pásů je obzvláště patrný na dlouhých a strmých svazích a v oblastech s rozsáhlými sady nebo vinicemi. Byť jsou v literatuře dohledatelné zejména studie ze semiaridních oblastí, pozitivní vliv na půdní charakteristiky byl prokázán i v podmínkách mírného pásu (např. Dorioz et al., 2006; Karásek et al., 2023). Omezení eroze má za následek nejen ochranu půdního fondu, ale také zlepšení kvality povrchových vod, protože jsou zachytávány sedimenty bohaté na živiny.

Právě zadržování živin, zejména dusíku a fosforu, které by jinak mohly být odplavovány do vodních toků, je dalším významným pozitivem ETP. Sotomayor-Ramírez et al. (2008) prokázali, že travní porosty (v tomto případě 20 m široké pásy) dokážou významně snížit transport živin z orné půdy (o 27 %) a koncentrace dusičnanů v povrchovém odtoku. ETP tak příznivě ovlivňují nejen úrodnost půdy, ale také kvalitu vody v recipientech.

Obdobně jako půda je i voda podzemní i povrchová nenahraditelným přírodním bohatstvím, které zásadně ovlivňuje existenci a kvalitu života. Povrchová voda je v České republice nejvíce ohrožena znečištěním z bodových zdrojů (především komunální odpadní vody). Kromě toho je zemědělství, konkrétně erozní smyv ze zemědělské půdy, druhým nejvýznamnějším zdrojem znečištění povrchových vod (Vale et al., 2023). Během erozních událostí nedochází jen k degradaci a snížení úrodnosti půdy. Významný je rovněž transport erodovaných částic ze zemědělských pozemků. Tyto částice a na ně navázané látky jsou během intenzivních srážko-odtokových událostí transportovány často až do hydrografické sítě, kde dochází postupem času k jejich sedimentaci (nejčastěji ve vodních nádržích nebo rybnících). Tím dochází k zanášení hydrografické sítě, a především

vodních nádrží sedimentem, které je doprovázeno intenzivním přísunem živin.

Optimalizace vnitřního uspořádání pozemku a související vytvoření ETP snižuje vznik povrchového odtoku. V místech ETP dochází k přerušení pozemku a tím i odtokové dráhy, povrchový odtok tak zůstává v plošné formě a nepřechází do erozně účinnější soustředěné formy. V místech ETP je podpořena sedimentace erodovaného materiálu což eliminuje jeho transport z pozemku do hydrografické sítě. Umístění ETP rovněž přispívá k celkovému zlepšení půdních vlastností, půda je následně v dlouhodobém horizontu více odolná vůči eroznímu působení deště a povrchového odtoku. Všechny tyto procesy eliminují intenzitu erozního a transportního procesu a tím nepřímo pozitivně ovlivňují kvalitu povrchových vod.

Jak již bylo zmíněno výše, přítomnost ETP má i přímý pozitivní vliv na kvalitu půdy a tím i její celkovou odolnost vůči erozní činnosti. Jedním z hlavních přínosů ETP je schopnost podporovat akumulaci organické hmoty v půdě (Cardinali et al., 2014). Na příklad studie Zhanga et al. (2024) prokazuje, že travní pásy, vhodně instalované na strmých svazích, vedou k výrazné akumulaci organické hmoty v povrchové vrstvě půd a sekvestraci uhlíku i v hlubších částech půdního profilu (Sapkota et al., 2024). Šarūnaitė et al. (2024) vysvětlují, že ke zvyšování organické složky přispívají zejména kořeny a zbytky odumřelých rostlin, které se do půdy dostávají. Významného zvýšení podílu organické hmoty v půdě je dosaženo přibližně po pěti letech.

Studie Šarūnaitė et al. (2024) dále prokazuje, že přítomnost trvalých travních pásů podporuje zlepšení fyzikálních vlastností půdy, jako jsou celková pórovitost a stabilita půdních agregátů. Kořeny trav vytvářejí hustou síť, která přispívá k narušení kompaktních vrstev půdy, zlepšuje její strukturu a podporuje pohyb vody a vzduchu v půdním profilu. Díky omezení pohybu zemědělské techniky a mechanického narušení v těchto oblastech jsou procesy zhutnění v travních pásích méně výrazné, což napomáhá zlepšování kvality půdy a dlouhodobé udržitelnosti zemědělské výroby.

Travní porosty disponují výrazně lepší infiltrační schopností vody ve srovnání se zemědělskými poli, což je primárně důsledkem jejich příznivého vlivu na půdní strukturu. Vyšší pórovitost, nižší objemová hmotnost a zvýšený obsah organické hmoty v půdě vytvářejí ideální podmínky pro zasakování vody. Rozmanitost rostlinných druhů dále

podporuje biologickou aktivitu, včetně činnosti žížal, které svou schopností vytvářet makropóry výrazně přispívají k pohybu vody v půdním profilu (Fischer et al., 2015). Významně pozitivní vliv travních pásů na infiltrační schopnosti půd (oproti konvenčně obhospodařované orné půdě v podmínkách ČR) prokázali na základě měřených dat Karásek et al. (2023). Travní porost vykazoval o 15–50 % vyšší nasycenou hydraulickou vodivost půdního profilu.

II.1.8.1 Případové studie vlivu optimalizace na intenzitu erozního a transportního procesu v různých typech území

ETP je jedním z mnoha způsobů protierozní ochrany zemědělských pozemků. Aby bylo možno jejich efekt kvantifikovat a porovnat s opatřeními jiných typů, bylo opatření modelově testováno v rámci pilotních lokalit se specifickými charakteristikami.

Pro účel metodiky byly vybrány 3 lokality (povodí), které byly využity pro modelování eroze a transportu sedimentu, popis stávající situace a implementaci navržených scénářů včetně jejich vyhodnocení.

Při výběru těchto lokalit byla uvažována tato kritéria:

- Jedná se o hydrologicky uzavřený celek (povodí), aby bylo možné vyhodnocovat dopad do hydrografické sítě.
- Testovací lokality byly vybrány v typických morfologicko-hospodářských podmínkách ČR – z hlediska morfologie (svažitost, členitost), velikosti pozemků a jejich tvarové členitosti, půdních podmínek a typických osevních postupů.

Lokalita A

Jedná se o čistě zemědělské území, které je morfologicky členité s výraznými údolnicemi. Ze sledovaných lokalit je nejvíce sklonité s průměrným sklonem téměř 10 %. Ve sklonitých částech území dosahují hodnoty sklonu přes 20 %. Medián velikosti zemědělského pozemku je 3.9 ha. V lokalitě se pěstuje převážně pšenice ozimá a ječmen ozimý, občasné žito, špalda a kukuřice. Převažujícím půdním typem je v této lokalitě kambizem.

Lokalita B

Jedná se o nejméně sklonité území s průměrným sklonem do 4 % s převažující ornou půdou. Medián velikosti zemědělského pozemku je 2.4 ha. V lokalitě se pěstuje převážně pšenice ozimá a ječmen ozimý, občasné žito, špalda oves. Převažujícím půdním typem je v této lokalitě kambizem a luvizem.

Lokalita C

Tato lokalita je středně sklonitá s průměrným sklonem 6 %. Medián velikosti zemědělského pozemku je 2.1 ha. V lokalitě se pěstuje převážně pšenice ozimá a ječmen ozimý. V lokalitě se kromě běžné orné půdy vyskytují pozemky využívané jako chmelnice. Převažujícím půdním typem je v této lokalitě kambizem a hnědozem.

Charakteristiky lokalit jsou uvedené viz Tabulka 13.

Tabulka 13: Základní charakteristiky sledovaných lokalit.

Lokalita	Plocha povodí (km ²)	Využití území [%]					Nadmořská výška [m n. m.]	Sklon na orné [%]
		Orná půda	Les	TTP	Zpevněná	Chmelnice		
A	7.7	70	12	11	7	0	433	9.9
B	13.8	78	9	7	6	0	468	3.9
C	5	75	6	3	12	4	412	6.3

V rámci pilotních povodí byla zhodnocena situace z hlediska eroze a transportu sedimentu pro stávající stav. Zároveň byly definovány čtyři scénáře optimalizace tvaru pozemků v těchto lokalitách a implementace různých typů alternativních protierozních opatření. Pro tyto scénáře byla zhodnocena situace z hlediska eroze a transportu sedimentu a byla vyhodnocena efektivita těchto scénářů v lokalitách s odlišnými charakteristikami (morfologie, využití území, sklonitost, kvalita půdy) s využitím validovaného matematického modelu WATEM/SEDEM (Van Oost et al., 2000; Van Rompaey et al., 2001; Verstraeten et al., 2002).

Scénář 1 – kombinace zatravnění vhodných lokalit a travních pásů

Scénář 1 zahrnuje kombinaci opatření organizačního charakteru, kterým je optimalizace tvaru pozemku, a technického opatření v podobě protierozních travních pásů.

Účelem optimalizace tvaru pozemku je docílit takového tvaru pozemku, který povede k vrstevnicovému obdělávání a oproti původnímu tvaru se zkrátí délka po spádnici, stejně jako optimalizace trajektorie mechanizace po pozemku – viz předchozí kapitoly – díky vytvoření pozemku pravidelného tvaru. Ideálním pozemkem by tak byl podlouhlý obdélník ve směru vrstevnic. U zvolených povodí jsou do takového optimálního tvaru upraveny stávající pozemky. Nepravidelně tvarované okraje pozemků a malé obtížně obdělávané pozemky byly přeměněny na trvale zatravněné plochy.

Protierozní travní pásy jsou trvale zatravněné pásy v bloku orné půdy s funkcí ochrany půdy před působením deště a zvýšení drsnosti území. Na travních pásích dochází ke zpomalení odtoku, což umožňuje sedimentaci erodovaného materiálu a zpomalení a částečný však vody. Nedochází zde k úplnému přerušení povrchového odtoku a zastavení transportu erozního procesu.

Scénář 2 – kombinace zatravnění vhodných lokalit a technických liniových prvků

Druhý scénář je alternativou scénáře 1. Protierozní travní pásy jsou nahrazeny technickými protierozními opatřeními v podobě odváděcích příkopů či průlehů.

Liniová TPEO na rozdíl od protierozních travních pásů přerušují povrchový odtok. Dochází ke snížení délky svahu. Liniové TPEO brání přechodu od nižších (plošných) forem eroze k formám vyšším (více destruktivním). Liniové prvky zároveň (při vhodném návrhu) mohou sloužit jako záchytné a sběrné prvky, kdy se voda se sedimentem zachytí v retenčním prostoru prvku a zde se podle sklonu prvku i infiltračních vlastností půdy zasáhne nebo je bezpečně, bez projevů eroze odvedena z pozemku.

V rámci scénáře S2 se předpokládá, že liniové prvky budou realizovány ve formě průlehů s vegetačním opevněním nebo ve formě příkopů s betonovým opevněním.

V případě průlehu předpokládáme celkovou šířku průlehu 15 m. Prvek se skládá z travního pásu o šířce 5 m a samotného průlehu o celkové šířce 10 m. Hloubka průlehu je 1 m a opevnění vegetací.

Předpokládáme, že zatravněné části nebudou využity k produkci sena. Toto využití je možné/ekonomicky rentabilní, pokud plocha trávy konkrétního prvku je větší než 0,1 ha (odpovídá 1 celému balíku sena).

V případě příkopů předpokládáme celkovou šířku průlehu 10 m. Prvek se skládá z travního pásu o šířce 5 m a samotného příkopu o celkové šířce (B) 5 m. Hloubka průlehu je 1 m, sklon svahu 1:20, šířka (b) ve dně 0,6 m.

Předpokládáme, že zatravněné části nebudou využity k produkci sena. Toto využití je možné/ekonomicky rentabilní, pokud plocha trávy konkrétního prvku je větší než 0,1 ha (odpovídá 1 celému balíku sena).

Scénář 3 – zatravnění sklonitých částí území

V rámci Scénáře 3 není uvažováno vhodné tvarování pozemků ani jejich obslužnost z hlediska zemědělské techniky. Jedná se o alternativní scénář, který vychází ze znalostí vlivu morfologie na intenzitu eroze a transportu materiálu v rámci povodí. Ukazuje potenciál konkrétních (nejstrmějších a nejrizikovějších) erozních lokalit a možnosti a efektivitu cíleného opatření, které může být následně aplikováno různými přístupy.

Scénář popisuje zatravnění nejsklonitějších částí sledovaných území a vliv tohoto zatravnění na eliminaci eroze na jedné straně a transportu sedimentu do hydrografické sítě na straně druhé. V rámci scénáře byly definovány nejvíce sklonité oblasti orné půdy v rozsahu 5-20 % plochy orné půdy v povodí. Scénář 3 obsahuje čtyři varianty a) – d):

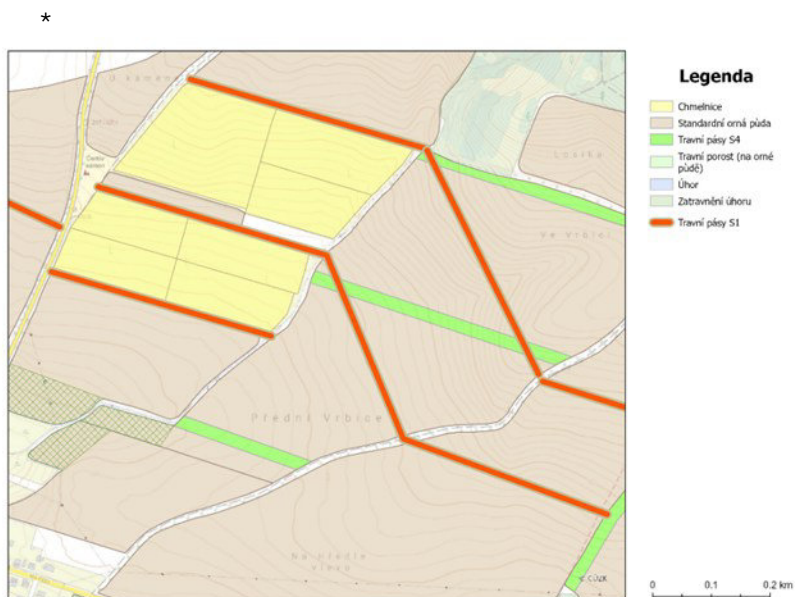
- a) Trvalé zatravnění 5 % nejsklonitějších ploch na orné půdě povodí
- b) Trvalé zatravnění 10 % nejsklonitějších ploch na orné půdě povodí
- c) Trvalé zatravnění 15 % nejsklonitějších ploch na orné půdě povodí
- d) Trvalé zatravnění 20 % nejsklonitějších ploch na orné půdě povodí.

Scénář 4 – implementace zatravnění s ohledem na potřeby zemědělského hospodaření v povodí

Poslední scénář byl navržen pouze pro povodí lokality A a B. v případě lokality C nebyly definována žádná místa, které by bylo třeba modelovat mimo návrhy ve scénářích S1 a S2. Princip návrhu je obdobný

jako v případě scénáře 1, jedná se také o kombinaci optimalizace tvaru pozemků a travních pásů na orné půdě.

Zatímco optimalizace tvaru pozemků sleduje stejný cíl jako ve scénáři 1, tedy upravit pozemky na tvary blízké obdélníku, přístup k umísťování travních pásů se od scénáře 1 výrazně liší. Pruhy zatravnění slouží víceméně k úpravě větších pozemků také na tvary blízké obdélníku. Rozdíl v přístupu umísťování liniových prvků a tvaru pozemků mezi scénářem S1 a S4 je zřejmý viz Obrázek 60.



Obrázek 60: Rozdíly mezi úpravami S1 a S4.

Podmínka vhodného tvaru výsledného pozemku z pohledu mechanizace a jeho obhospodařování má v případě scénáře 4 vyšší prioritu, než pravidla uvažován v případě scénáře 1 respektující celkovou ochranu krajiny a povodí jako celku (např. umísťování travních pásů po vrstevnici).

II.1.8.2 Souhrnné výsledky případových studií

Výsledky implementace navrhovaných scénářů ve sledovaných povodích (Tabulka 14) ukazují, že všechny navrhované scénáře mají pozitivní vliv na snížení celkové eroze (tj. celkového uvolněného půdního materiálu). Ze souhrnných výsledků je zřejmé, že z hlediska celkové eroze (tj. uvolnění půdních částic) jsou scénáře S1 a S2 přibližně stejně efektivní. Největšího snížení je ve všech třech povodích dosaženo aplikací scénáře S3d (tj. zatrávnění 20 % nejsklonitějších pozemků).

Tabulka 14: Výsledky modelu (t/ha/rok) pro navržené scénáře v sledovaných lokalitách.

	S0	S1	S2	S3				S4
				A	B	C	D	
Lokalita A								
Celková eroze	11 362	9 656	9 590	10 417	9 669	8 988	8 345	10 159
Celková depozice v ploše povodí	9 226	7 857	6 625	8 315	7 666	7 113	6 548	7 850
Vstup to vodních toků	1 819	1 352	2 556	1 505	1 445	1 309	1 282	1 813
Lokalita B								
Celková eroze	9 711	9 034	8 887	8 969	8 162	7 729	7 352	-
Celková depozice v ploše povodí	7 010	6 492	6 358	6 380	5 889	5 554	5 262	-
Vstup to vodních toků	2 239	1 744	2 141	1 865	1 730	1 684	1 660	-
Lokalita C								
Celková eroze	5 472	4 428	4 458	4 529	4 183	3 889	3 644	5 312
Celková depozice v ploše povodí	3 984	3 522	3 550	3 502	3 218	2 998	2 842	3 872
Vstup to vodních toků	1 489	906	908	1 027	965	891	803	1 440

* Scénář nebyl vyhodnocen

II.1.8.3 Zhodnocení efektivity scénářů pro různé lokality

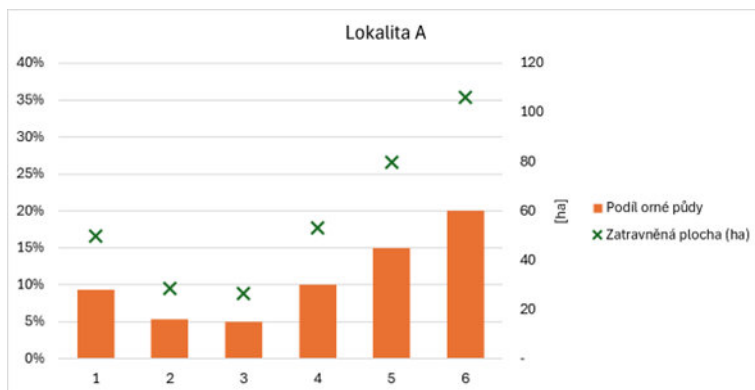
Interpretace výsledků modelu je možná v zásadě z několika úhlů pohledu, které se mohou vzájemně odlišovat. Prvním pohledem je ochrana půdy, neboli jak významně realizace navrženého scénáře přispěje ke snížení eroze půdy na pozemcích. Druhým úhlem pohledu, jakým je možné efektivitu realizovaných scénářů nahlížet je dopad jejich realizace na vodní toky v povodí. V neposlední řadě je pro posouzení efektivity navrhovaných scénářů vhodné zvážit jejich účinek v kontextu jejich realizovatelnosti a ekonomické náročnosti. Indikátorem těchto parametrů je plocha orné půdy, která je pro scénář přeměněna na trvale travní porost. Pro jednotlivá povodí byla kromě efektu navržených scénářů na celkovou erozi a transport sedimentu do vodních toků vyhodnocena rovněž celková plocha potřebná pro realizaci opatření a procento plochy povodí a orné půdy v povodí, potřebné pro realizaci scénáře. Efektivita jednotlivých scénářů je tedy hodnocena jako snížení eroze/vnosu sedimentu do toku s ohledem na plochu půdy, respektive orné půdy potřebné k realizaci navrženého scénáře.

Lokalita A

Z hlediska ochrany půdy (Tabulka 15) se jako nejefektivnější jeví realizace scénáře S2 a S3b (tj. zatravnění 10 % nejsklonitější orné půdy). Po realizaci obou těchto scénářů dochází ke snížení celkové eroze cca o 15 %. Z hlediska záboru orné půdy (Obrázek 61) je výrazně efektivnější realizace scénáře S2, kdy je nutné zatravnit jen cca 9% stávající orné půdy. Posoudíme-li ale scénáře S2 a S3b i z hlediska ochrany vody (Tabulka 15) je situace zcela odlišná. V případě lokality A dochází po realizaci scénáře S2 k vyššímu zatížení hydrografické sítě splaveninami, a tedy z pohledu vodních toků není tento scénář konkrétně v lokalitě A vhodný. Z celkového hlediska se jako nejvhodnější pro ochranu lokality A jeví scénář S3b, kde dochází k redukci celkové eroze o 15 % redukce vnosu sedimentu do vodních toků o 21 % při zatravnění 10% stávající orné půdy (cca 54 ha).

Tabulka 15: Efektivita scénářů z hlediska ochrany půdy a vody v lokalitě A.

	Lokalita A						
	S1	S2	S3a	S3b	S3c	S3d	S4
Redukce eroze (%)	15	16	8	15	21	27	11
Redukce vstupu sedimentu do vodních toků (%)	26	-40	17	21	28	30	0



Obrázek 61: Podíl orné půdy využitá pro realizaci scénářů v lokalitě A.

Lokalita B

V případě lokality B se jako účinnější z hlediska ochrany půdy (Tabulka 16) a eliminace eroze ukazuje scénář S3b (zatravnění 10 % sklonitých částí orné půdy), které dosahuje dvojnásobného efektu (17 – 26 %), než aplikace scénářů 1 a 2 a S3 a (7 – 8 %).

Z hlediska ochrany hydrografické sítě před vstupem sedimentu (Tabulka 16) v lokalitě B je aplikace scénáře S3 rovněž velmi efektivní. Již zatravnění 5 % nejsklonitějších částí orné půdy sníží celkovou erozi téměř o pětinu. Realizace scénáře S3b (tj. zatravnění 10 % orné půdy) sníží zatížení hydrografické sítě o 23 %

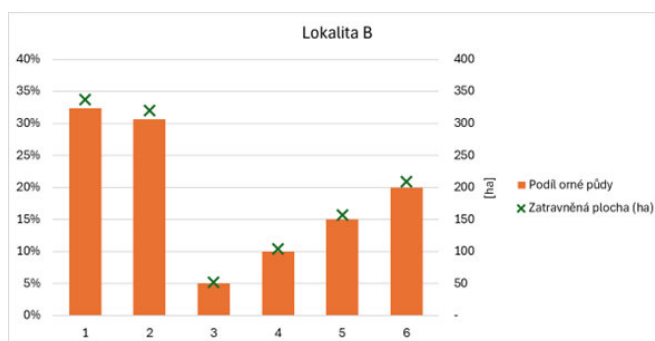
Podíváme-li se na nutný zábor plochy povodí a orné půdy (Obrázek 62) je zřejmé, že v případě lokality B je realizace scénářů S1 a S2 zcela neefektivní proti realizaci scénáře S3.

Jako nejvhodnější se jeví realizace scénáře S3b (tj. zatravnění 10 % orné půdy), kde dochází k redukci celkové eroze o 16 %, vnosu sedimentu do vodního toku o 23 % vůči stávajícímu stavu. Tohoto efektu je dosaženo při zatravnění cca 100 ha plochy povodí.

Tabulka 16: Efektivita scénářů z hlediska ochrany půdy a vody v lokalitě B.

	Lokalita B						
	S1	S2	S3a	S3b	S3c	S3d	S4 *
Redukce eroze (%)	7	8	8	16	20	24	-
Redukce vstupu sedimentu do vodních toků (%)	22	4	17	23	25	26	-

* Scénář nebyl vyhodnocen



Obrázek 62: Podíl orné půdy využitá pro realizaci scénářů v lokalitě B.

Lokalita C

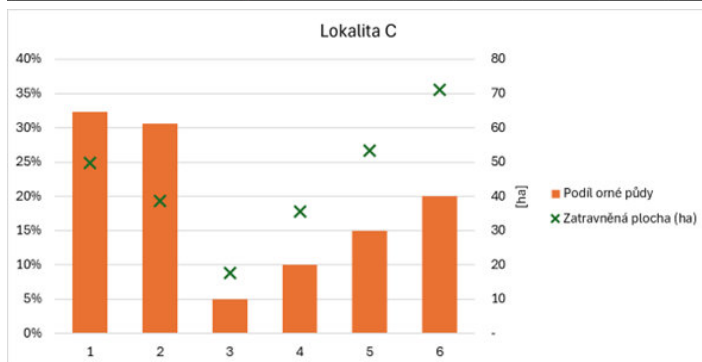
Efektivita navrhovaných scénářů v lokalitě C je z hlediska celkové eroze a ochrany půdy obdobná a pohybuje se v rozsahu 17 - 33 % (Tabulka 17). Z hlediska kvality vody je nejmenšího efektu dosaženo realizací scénáře 3a a nejlepšího efektu je naopak dosaženo realizací scénářů S1, S2 a S3d (tj. zatravnění 20 % orné půdy).

Podíváme-li se na podíl a plochu pozemků potřebných pro realizaci navrhovaných opatření (Obrázek 63), že jako efektivní se jeví scénář S3b případně realizace scénářů. Pro realizaci tohoto scénáře je potřeba využít 10 % orné půdy a je dosaženo obdobných efektů jako při realizaci scénářů S1 a S2, kde je však potřeba využití orné půdy výrazně vyšší.

Realizací scénáře S3b dochází ke snížení celkové eroze o 24 %, vstup splavenin do hydrografické sítě se redukuje o 35 % oproti stávajícímu stavu. Pro realizaci scénáře je potřeba využití cca 35 ha plochy povodí.

Tabulka 17: Efektivita scénářů z hlediska ochrany půdy a vody v lokalitě C.

	Lokalita C						
	S1	S2	S3a	S3b	S3c	S3d	S4*
Redukce eroze (%)	19	19	17	24	29	33	3
Redukce vstupu sedimentu do vodních toků (%)	39	39	31	35	40	46	3



Obrázek 63: Podíl orné půdy využítá realizaci scénářů v lokalitě C.

V porovnání s tím se ukazuje, že cílené změny ve tvaru pozemků formou zakládání ETP mají srovnatelný efekt, při podobném záboru orné půdy – a ukazují se tedy být velmi efektivním prostředkem s kombinovaným dopadem jak na ochranu půdy a retenci krajiny, tak z hlediska ochrany kvality půdy i podpory biodiverzity i diverzity krajiny jako takové.

II.2 Metodické postupy pro optimalizaci vnitřních částí půdního bloku

II.2.1 Metodický postup stanovení MFA

V metodice Optimalizace velikosti zemědělských pozemků (Kapička et al., 2017) byl stanoven výchozí postup ke zpracování analýzy MFA pro zhodnocení půdních bloků z hlediska možnosti a potřebě optimalizaci tvaru pozemků. Pro jednotlivé pozemky byla stanovena kritéria (K1-K10) stanovující vlastnosti pozemku, klasifikované do definovaných kategorií (např. 1 – nenáchylné; 5 – velmi náchylné). Pro kategorie v jednotlivých kritériích bylo vymezeno bodové ohodnocení, na základě váhy kritéria (míra užitku) se následně provedl součet bodového ohodnocení, na jehož základě byla stanovena třída MFA (viz Tabulka 19).

Popis jednotlivých kritérií a důvod jejich zařazení je blíže popsán v metodice (Kapička et al., 2017), pro přehled je v tabulce (Tabulka 18) uveden aktuální přehled kritérií s popisem a bodovým ohodnocením.

Touto metodou byly v rámci analýz hodnoceny PB LPIS v České republice. V následujících letech byla v rámci potřeby upravena metodika vzhledem k převedení na nižší kategorii zemědělských pozemků, z rozsahu PB na rozsah DPB. A následně byly vzhledem k dostupnosti aktuálních datových sad částečně upraveny kategorie kritérií výpočtu.

Aktualizována byla kritéria přítomnosti krajinných prvků (K5) a zároveň došlo k aktualizaci kritéria náchylnosti k utužení (K10). U kritéria krajinných prvků (KP) bylo využito rozlišení, zdali je KP možné využívat zemědělsky, či nikoliv. U kritéria náchylnosti k utužení došlo k využití aktuálního hodnocení dle Vopravila (2020). Dále byla u jednotlivých kritérií částečně upravena váha jednotlivých kategorií k výslednému vyhodnocení.

Výsledné aktuální zhodnocení MFA pro DPB je aktuálně publikováno ve veřejně přístupné mapové aplikaci na adrese optimalizace.vumop.cz. Rozhraní mapové aplikace umožňuje uživatelům vizualizovat procentuální zastoupení zařazení DPB do tříd MFA ve vybraných územních celcích, nebo v rámci klimatických regionů. Následně jsou pro jednotlivé DPB představeny graficky zobrazené hodnoty kritérií MFA, tak aby uživatelé byli schopni zjistit, která kritéria mají za následek zařazení do tříd MFA. Blíže je metodika zpracování a návod k využití popsána přímo na stránkách mapové aplikace.

Tabulka 18: Aktualizovaný souhrn kritérií MFA.

Ozn.	Kritérium	Kat.	Váha	Popis	Bodové ohodnocení	Datový zdroj
K1	Průměrný sklon	1	8	< 1 °	8	DMT
		2		1–2 °	16	
		3		2–4 °	24	
		4		4–6 °	32	
		5		6–11 °	36	
		6		> 11 °	40	
K2	Hodnota převýšení	1	6	< 5 m	6	DMT
		2		5–10 m	12	
		3		10–20 m	18	
		4		20–50 m	21	
		5		50–100 m	24	
		6		> 100 m	30	
K3	Podíl sklonité plochy (6°>)	1	6	0 %	6	DMT
		2		0 <10 %	12	
		3		10–35 %	18	
		4		35–70 %	24	
		5		> 70 %	30	
K4	Podíl sklonité plochy (11°>)	1	7	0 %	7	DMT
		2		0 <10 %	14	
		3		10–35 %	21	
		4		35–70 %	28	
		5		> 70 %	35	
K5	Svahová variabilita	1	5	1,0000	5	DMT
		2		1,0001 - 0,9997	10	
		3		0,9997 - 0,8000	15	
		4		0,8000 - 0,6000	20	
		5		0,6000 a méně	25	
K6	Tvarová složitost	1	10	< 1,0	10	DPB LPIS
		2		1,0 - 1,3	20	
		3		1,3 - 2,0	30	
		4		2,0 - 3,0	40	
		5		> 3,0	50	
K7	Přítomnost enkláv	1	3	neobsahuje	3	DPB LPIS
		2		do 40 m ²	9	

Ozn.	Kritérium	Kat.	Váha	Popis	Bodové ohodnocení	Datový zdroj
		3		nad 40 m ²	15	
K8	Přítomnost KP	1	3	neobsahuje	3	MZe
		2		zemědělské	9	
		3		nezemědělské	15	
K9	Nejbližší komunikace	1	5	přímý dotek	5	ZABAGED
		2		0–10 m	10	
		3		10–30 m	15	
		4		30–50 m	20	
		5		> 50 m	25	
K10	Náchylnost k utužení	1	4	nízká	4	BPEJ
		2		střední	12	
		3		vysoká	16	
		4		velmi vysoká	20	

Tabulka 19: Zatřídění DPB do klasifikačních tříd, dle bodového hodnocení.

Klasifikační třída		Bodové hodnocení
I	třída	< 112
II	třída	113 až 141
III	třída	142 až 174
IV	třída	> 174

II.2.2 Metodický postup pro optimalizaci na úrovni DPB

Velmi důležitým aspektem principu optimalizace tvaru zemědělských pozemků je individualita zpracování. Zásadním je zde individuální přístup k jednotlivým DPB, daný specifickými podmínkami lokality a nastavením zemědělského subjektu ale i aktuálním nastavením legislativního rámce. Obecně však lze na základě dlouhodobých zkušeností z praxe aplikace optimalizací DPB identifikovat matici, která se prolíná všemi provedenými opatřeními. Na základě těchto zkušeností je vypracován rámcový postup, podle kterého lze metodicky postupovat i při vlastním návrhu optimalizace zemědělských pozemků.

II.2.2.1 Rámcový postup optimalizace

Samotný postup lze chápat jako navazující zpracování projektu mezi dvěma subjekty. Kde jde o nalezení ideálního konsenzu mezi subjektem realizátora/zadavatele (zemědělský podnik) a navrhovatele (odborný poradce). Dá se říct, že již prvním krokem, resp. krokem nula je dohodnutí spolupráce, která může vycházet z řady důvodů. Mezi důvody může být například zájem podniku vyřešit problematiku meliorací, krajinných prvků uvnitř pozemku, složitost pozemků z hlediska reliéfu a erozní ohroženosti, potřeba zvýšení efektivity, úspora vstupů, užití automatizace atp. Z tohoto kroku vychází i prvotní stanovení řešené lokality. V případě zajištění analyzované lokality, je možné přistoupit k samotnému procesu optimalizace, který zahrnuje tyto kroky:

1. Zajištění podkladů a požadavků zemědělského subjektu
2. Analýza kritických míst
3. Tvorba návrhů dle principů návrhu optimalizace
4. Analýza a úprava návrhů řešení a iterace
5. Finální uspořádání a bilance

1. Zajištění podkladů a požadavků zemědělského subjektu

Pro efektivní spolupráci je klíčová specifikace lokality, tj. výběr PB či DPB a popis problémových faktorů. Jedná se o primární popis problematiky a představa očekávaných přínosů. Dále je vhodné popsat obecný charakter podniku. Jaké je zaměření podniku, zdali je orientován pouze na rostlinnou výrobu, či zdali je součástí i živočišná výroba, velikost obhospodařované plochy atp.

Následně je zapotřebí zajistit technické podklady ohledně parametrů zemědělského subjektu. Zde jde zejména o:

- Specifikace struktury plodin
- Specifikace systémů zpracování
- Specifikace technických prostředků
- Doplňující parametry



V tomto ohledu je pro optimalizaci pozemků důležitá zejména skladba osevního postupu, používané agrotechniky, záběry pracovních strojů (secí stroje, zpracování, aplikátory, sklizeň). Doplňující parametry zahrnují vnitřní variability pozemku jako jsou výnosové mapy, mapy spotřeby paliv atp. Případně lze uvést další specifické požadavky jako potřeba využití autonomních prostředků atd. Těmito a dalšími otázkami lze provést zemědělský subjekt pomocí vzorového dotazníku: <https://forms.office.com/e/Ukz1tNpZ4J> (viz QR výše).

2. Analýza kritických míst

Základní analýza vychází z výsledků MFA, jenž indikuje problematické parametry lokality. Výčet dalších využitelných podkladů v podstatě není omezený. Je vhodné využít podkladové vrstvy vztažené konkrétně k problémům v lokalitě. Vždy je však nutné analyzovat tyto oblasti:

- Faktory reliéfu – sklonitost, expozice
- Odtokové poměry – odtokové linie, DSO
- Vlastnosti půdy – náchylnost k utužení, obsah organické hmoty, infiltrace
- Enklávy na pozemku – krajinné prvky, infrastruktura inž. sítě
- Přítomnost meliorací – odvodňovací zařízení a jeho příp. porušení

Mezi další podklady při analýze kritických míst pozemků patří ortofotomapa a její dostupné historické verze. Na snímcích lze v

relativně dobrém rozlišení identifikovat problematické vlastnosti pozemků, jako projevy degradace půdy, identifikace méně produkčních částí pozemku atp.

Vhodným doplňkem jsou mapy stabilního katastru, které představují mapy zhotovené v rámci mapování v druhé polovině 19. století. Tyto mapy jsou zajímavým prostředkem k identifikaci bývalých polních cest, remízků a dalších krajinných prvků, které byly za poslední století výrazně redukovány.

Dále je při analýze kritických míst možnost využít aplikace představené na Geoportálu VÚMOP, které slouží jak pro identifikaci problému, tak ale i pro základní návrh řešení, jako je například nástroj pro optimalizaci umístění a dimenzování protierozních travních pásů dostupný na: protieroznipasy.vumop.cz nebo mapová aplikace k identifikaci problematiky meliorací na: meliorace.vumop.cz. Další nástroje užitečné při analýze pozemků jsou představeny v kap. II.2.2.3.

Typy analýz na DPB:

vnější – geometrické charakteristiky pozemku:

tvář, rozloha, počet vjezdů, počet enkláv uvnitř pozemku

vnitřní – prostorová distribuce uvnitř pozemku:

půdní vlastnosti, erozní ohroženost, sklonitost

3. Tvorba návrhů dle principů návrhu optimalizace

Analýzou kritických míst, a naopak i identifikací produkčně nejvýnosnějších míst, určenou na základě podkladů získaných v prvním kroku, lze rozčlenit DPB na oblasti s vyšším a nižším potenciálem pro trvalé udržitelné hospodaření. Na základě rozčlenění lze po uplatnění principů plánování (viz kap. II.2.2.2) navrhnout primární variantu návrhu optimalizace. Tato varianta zahrnuje rozdělení plochy na PP a ETP, rozvržení tras pojezdů zemědělské techniky a zahrnuje i navržení rozmístění a šířky souvrátí. Takto vymezené plochy jsou již kontrolovány na legislativní a základní dotační podmínky.

Představení návrhu optimalizace je zprostředkováno nejlépe pomocí online mapové prohlížečky, kde si zemědělský subjekt může návrh prostudovat a porovnat s podkladovými vrstvami.

4. Analýza a úprava návrhů řešení a iterace

Po navržení je standardně domluvena schůzka, na které je návrh zemědělskému subjektu blíže představen a podrobně jsou zdůvodněny benefity ale i jednotlivé kroky vedoucí k tomuto návrhu.

Návrh je následně konfrontován zemědělským subjektem. Zemědělský subjekt vyjadřuje své stanovisko k jednotlivým částem návrhu, případně doplňuje informace o lokálních podmínkách, které nebyly z dostupných podkladů zřejmé – jde např. o bližší informace ohledně stavu půdy, výnosnosti ve vztahu k okolí, nebo i zkušenosti od obsluhy techniky. Tyto informace jsou navrhovatelem zaevidovány, případně jsou navrhovatelem vyžádány další poznatky, které by mohly ovlivnit návrh. Dále mohou být například na základě poptávky subjektu vypočteny dílčí analýzy k návrhům, jako je relativní vyčíslení nákladů či délky pojezdů návrhu vůči realitě apod.

Na základě požadavků a doplňujících informací ze schůze je možné přistoupit k úpravě či změně koncepce primárního návrhu. Takto představený návrh je např. i s výsledky dílčích analýz zpřístupněn v mapové prohlížečce, a následně je opět představen na další schůzce. V tomto duchu může být provedeno několik iterací vedoucí k finálnímu návrhu.

5. Finální uspořádání a bilance

Po dohodnutí na finální verzi varianty je návrh zkompletován a v podobě, kterou preferuje zemědělský subjekt, je předán k možnému importu do systému LPIS, a do naváděcích aplikací zemědělské techniky. Obvyklou formou je předání dat PP, ETP a pojezdů techniky pomocí souborů ve formátu vektorové geometrie (.shp), dále je dle požadavků připraven pasport jednotlivých lokalit, kde je popsána bilance stavu před a po optimalizaci. Jedná se především o výčet a výměru obhospodařovaných ploch, vymezení počtu a délky pojezdů apod. Tyto statistiky slouží pro další rozhodování managementu zemědělského podniku pro rotaci plodin, určení plnění zásobníků apod.

Realizace návrhu je již na zemědělském subjektu, který určí možnosti zavádění návrhu do praxe.

Po realizaci opatření optimalizace jsou vítány další schůzky subjektů s navrhovateli pro následnou evaluaci a zhodnocení zkušeností s návrhem v praxi.

II.2.2.2 Zpracování návrhu PP a ETP

Zpracování návrhu optimalizace vychází z principů podrobně popsanych v teoretické části metodiky. Návrh optimalizace jednotlivých lokalit je komplexní záležitost, kterou je nutné zpracovávat s ohledem na specifické a jedinečné vlastnosti lokality. Přesto lze vytyčit obecné kroky, podle kterých lze prakticky postupovat a které jsou aplikovatelné napříč různými typy lokalit. Jde o tyto kroky:

- Vymezení vnějšími a vnitřními hranicemi
- Vymezení dle hospodaření
- Kritická místa a produkční hodnoty
- Omezení degradačních procesů
- Kontrola legislativních podmínek
- Poloha a management ETP

Zpracování návrhu a vymezení PP a ETP je neoddělitelné, a na sebe vzájemně navazující, proto je vhodné postupovat v následných krocích, aby nedocházelo ke ztrátě efektivity zpracování.

- Vnější hranice – vlastnické/uživatelské hranice, limity kultur, pozemních komunikací
- Vnitřní hranice – sloupy a stožáry elektrického vedení, krajinné prvky, pevné překážky

Vnější a vnitřní hranice

Primárním krokem je vymezení oblasti, na které je možné navrhnout PP, a to pevnými prvky a vnějšími okolnostmi. Jedná se o stabilní prostorové body, které nelze v aktuální situaci (bez intenzivního/nákladného) řešení odstranit. Sem patří prvky nebo hranice vnější, tj. hranice využitelnosti kultur, uživatelské a vlastnické hranice PB. Vyvstávající otázkou může být i sjednocení DPB u jednoho uživatele. Nutné je v tomto kroku operovat i s nutností vymezení vjezdů apod. Dále jsou to prvky vnitřní, mezi které patří pevné překážky, které nelze při plánování opomenout kvůli možným omezením při hospodaření.

Vymezení dle hospodaření

Po vymezení oblasti, je dalším krokem začít vymezovat na základě možností hospodaření. Nyní přichází na řadu informace dodané od zemědělského podniku, kde byly mj. stanoveny šířky záběrů pracovních strojů. Na základě této informace je stanovena možná šířka PP, která musí být násobkem pracovních záběrů strojů pro pracovní operace, vykazující nejvyšší energetickou a ekonomickou náročnost (základní zpracování půdy), či pro operace vedoucí k zásadním úsporám na vstupech (secí stroje). Následně je vhodné začlenit i informaci o technice s nejširším pracovním záběrem, tj. aplikátory. Nicméně u této techniky jsou systémy variabilní změny pracovního záběru na velmi dobré úrovni. Z hlediska jejich pracovního záběru (standardně do 36 m), nelze tyto pracovní soupravy považovat za primární proměnou určující šíři PP ve směru pohybu techniky. Ve zjednodušeném příkladu lze však počítat v násobcích aplikátoru, jenž však vychází ze záběru primárních šířek ($6\text{ m} \times 6 \rightarrow 36\text{ m}$; $36\text{ m} \times 15 \rightarrow 540\text{ m}$ šířka PP).

Generátory pojezdů – pro ideální plánování vymezení a orientace PP je možné použít software, který na základě parametrů **šířky pojezdů, tvaru pozemku a úhlu** nájezdu výchozí linie generuje geometrii pojezdů. Na základě délky linií, počtu linií a otáček, lze stanovit ideální úhel pojezdů. Tyto software však aktuálně pracují jen v planárním zobrazení a neuvažují sklonitost a protierozní poměry pozemku.

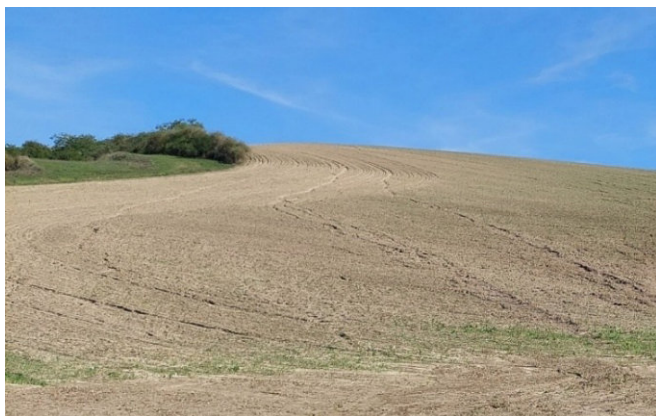
Kritická místa a produkční hodnoty

Po stanovení výchozí šířky pojezdů je vhodné nalézt na vymezené oblasti směr vymezení pojezdů a jejich orientaci. Tento krok je zásadní pro následné vymezení PP a ETP a je zde proto nutné přejít k využití prostorových informací z analýzy kritických míst. Zásadními jsou zde odtokové poměry (vrstevnice, údolnice) a identifikace hodnotných produkčních a méně produkčních míst.

Na základě předešlých kroků lze provést vnitřní zonaci a vymezení PP. Ideální PP má pravidelný tvar, kde jsou eliminovány ostré zlomy a klíny vzhledem k tvaru pozemku a jsou redukovány části pozemku se zápornou ekonomickou hodnotou (viz II.1.5.3). Eliminací klínů na pozemku jsou redukovány neefektivní přejezdy. Pro minimalizaci překryvů a přesevů jsou preferovány pracovní jízdy kolmé na souvrať (Obrázek 19 a Obrázek 31) a je nastaven systém pohybu při vnitřních překážkách (Obrázek 10).



Obrázek 64: Postup tvorby zonace jednotlivých DPB na základě násobků šířky pojezdů. (Růžová je výchozí linie, modrá je kolmá linie na výchozí, zelená je pomocná linie, či linie souvratě, červené linie jsou násobky pojezdu zemědělské techniky. Žluté plochy PP a zelené plochy ETP).



Obrázek 65: Erozní událost vzniklá kvůli kolejovým řádkům na souvratí (zdroj: Monitoring eroze).

Omezení degradace

Pojezdy jsou dále orientovány tak, aby pracovní délky byly co nejdelší a aby primárně nezpůsobovaly potenciál k degradaci půdy.

Při ohroženosti vodní erozí nejde jen o sklonitost pozemku, ale je zde nutné zohlednit kombinaci výměry odtokové plochy a délku svahu. V případě, že aktuální orientace PP může vytvářet předpoklad k určité degradaci půd, je nutné doplnit opatření. V případě protierozní ochrany se jedná o využití především organizačním opatřením, a to využití pásového střídání plodin, anebo ETP typu ideálně dimenzovaných protierozních pásů. V případě potenciálu utužení se jedná o eliminaci pojezdů a otáček v místech s náchylnými půdami, případně lze přistoupit k zatravnění rizikových částí pozemku.

Kontrola legislativních podmínek

Po aplikaci opatření vůči degradaci se provádí kontrola legislativních podmínek (zejména DZES 5, 7a, atd.) a na základě provedené kontroly lze například umístění protierozních pásů nastavit tak, aby byly natavené podmínky co nejlépe přizpůsobené pro udržitelné hospodaření zemědělského subjektu. Dále je provedena kontrola na velikost zásobníků a nádrží, aby došlo k potřebnému doplnění mimo PP a nedocházelo k neefektivním mimopracovním přejezdům po PP.

Poloha a management ETP

V dalším kroku je vymezena potřebná souvrať. Ideálním způsobem je vytvoření podmínek tak, aby byla souvrať orientována co nejefektivněji (Obrázek 2) a v případě obdělávání po vrstevnicích, aby docházelo k otáčení zemědělské techniky mimo PP, tak aby nevznikaly potenciály akceleračních eroze – kolejových řádků po směru odtoku (Obrázek 66).

Po stanovení PP je dalším krokem zobrazení linií pojezdů. Na základě vizualizace je možné přejít ke konkrétním opatření v jednotlivých částech pozemku, které nebyly před vizualizací patrné. Zde jde i o zarovnání PP pomocí ETP v místech klínů apod. Následně je provedena kontrola možnosti obsluhy ETP. ETP musí být podle principů zakládány tak, aby tvořily částečnou produkci a zejména tak, aby nebyly zdrojem plevelů. K tomuto je nutné zkontrolovat dostupnost jednotlivých ploch, a zhodnotit i šířku ploch, aby byly vhodné pro přejezd techniky (šířka techniky při nepracovním přejezdu), ale i pro následnou obsluhu.

Pro jednotlivé plochy ETP je připraven management plochy (viz II.1.5.6) a následně je možné stanovit i další možné využití ETP, zejména z hlediska prostupnosti krajiny (přesun mezi intravilány, možnost opravy stožárů atp.) či z hlediska možností ekologické stability či rozvoje biodiverzity.

II.2.2.3 Analytické nástroje a aplikace

Pro zpracování návrhu optimalizace je vhodné využívat odpovídající analytické a rozhodovací nástroje, které umožňují zohlednit komplexní pohled na lokalitu a vazby v území. V současné době je k dispozici řada volně dostupných nástrojů a webových aplikací, které nejen soustřeďují hodnotná prostorová data, ale zároveň jsou i přímo výpočetním nástrojem, díky kterému lze nastavit ideální opatření přímo na konkrétní lokalitu.

Prvním typem představovaných nástrojů jsou prohlížečské služby, které slouží jako základní vizuální podklad při stanovení variability pozemku, analýze kritických míst apod. K tomuto jsou vhodné mapové podklady, které lze bezplatně zobrazit v daných aplikacích (Geoprohlížeč ČUZK), případně lze určité mapové podklady připojit přes službu WMS (Web Map Service) do některého z GIS nástrojů, případně do dalších některých webových analytických nástrojů. Mezi tyto prohlížečské služby patří zejména ortofotomapy, či historické letecké snímky.

Druhým typem podkladů jsou specializované mapové vrstvy, které mají důležitou vypovídající hodnotu v jednotlivých oborech. Mezi tyto vrstvy patří zejména morfologické vlastnosti jako jsou odtokové linie, ale i vlastnosti půd, erozní ohroženost apod. Tato data jsou zobrazována v příslušných aplikacích a lze je v ideálním případě také připojit přes WMS či exportovat do souboru.

Třetím typem jsou pak webové nástroje, které syntetizují vyjmenované podklady a zároveň je zde možné provádět analytické prostorové výpočty. Výsledky výpočtů je následně možné stáhnout a využít dále pro konkrétní úkony v postupu optimalizace. Příkladem takové aplikace využitelné při procesu optimalizace zemědělských pozemků je aplikace *Návrh protierozních travních pásů v zemědělské krajině*, jež návodným způsobem na základě morfologických, pedologických a klimatických charakteristik lokality modeluje kritickou délku svahu z hlediska odnosu půdního zrna a navrhne polohu a

parametry ideálního přerušení odtoku. Dalším příkladem je Protierozní kalkulačka nebo Řízení rizika větrné eroze.

Dalším typem využitelných nástrojů jsou specializované nástroje používané v GIS softwarech, nebo tzv. pluginy do těchto softwarů. Tyto nástroje již vyžadují určitou odbornost uživatele v programovém prostředí, k nimž jsou dnes již dostupné názorné manuály. Tyto nástroje následně slouží jako komplexní systém, který efektivně uplatňuje řadu principů ve výsledném návrhu. Příkladem takového pluginu do softwaru QGIS je MoPSP, který uživateli vytvoří komplexní návrh pásového střídání plodin na DPB včetně návrhu pojezdů a potvrzení validity pro SZIF.

U veškerých mapových podkladů a nástrojů je nutné brát ohled na popis a metadata, ve kterých je popsána možnost a měřítko využití. Ne vždy jsou jednotlivá data vhodná na požadovaný typ analýzy. Některá data mohou být z hlediska měřítka a relevance pro úkony v měřítku DPB nevhodná.

Tabulka 20: Vybrané nástroje a mapové podklady pro optimalizaci pozemků.

Název nástroje	Popis	QR / odkaz po kliknutí
Protierozní kalkulačka	Aplikace pro hodnocení erozního ohrožení. Kromě výpočtů umožňuje sestavení Plánu opatření ke snížení erozního ohrožení.	
MoPSP	Zásuvný modul MoPSP je plugin určený pro QGIS pomáhající s návrhem pásového střídání plodin v mapovém prostředí. Umožňuje vytvářet a kontrolovat návrhy pásů na pozemcích tak, aby splňovaly požadavky pro dotace.	
Návrh protierozních travních pásů v zemědělské krajině	Mapový nástroj pro optimalizaci umístění a dimenzování protierozních travních pásů.	

Řízení větrné eroze	Mapové podklady pro podporu hodnocení rizik větrné eroze v ČR a pro návrh větrolamů.	
IS melioračních staveb	Dostupné informace o melioračních stavbách, odvodnění na území ČR a protierozních opatřeních.	
eKatalog BPEJ	Mapový nástroj sloužící k vyhledávání informací o bonitovaných půdně ekologických jednotkách (BPEJ) v ČR dle pětimístného kódu.	
KPP (Komplexní průzkum půd)	Mapový nástroj zobrazující výsledky historického průzkumu půd v ČR (1961–1970) v digitální podobě. Možnost zobrazit mapy půdních vlastností, polohy sond i detailní informace o půdních profilech.	
Geoprohlížeč ČÚZK	Mapová aplikace umožňující zobrazovat údaje o území ČR (základní mapy, ortofotomapy, adresy, parcely).	
Archiv ČÚZK	Mapová aplikace sloužící k prohlížení historických map a leteckých snímků z archivů. Obsahuje mapy stabilního katastru, Müllerovu mapu Čech i další historické kartografické podklady.	
QGIS	Open-source geografický informační systém (GIS), sloužící k práci s prostorovými daty – jejich zobrazení, analýze a tvorbě map.	

Tabulka 21: Základní literatura a podklady pro optimalizaci pozemků.

Název zdroje	Popis	QR / odkaz
Centrum precizního zemědělství	Aplikace pro hodnocení erozního ohrožení. Kromě výpočtů umožňuje sestavení Plánu opatření ke snížení erozního ohrožení	
Metodický postup pro optimalizaci velikosti zemědělských pozemků (2017)	Metodika ČZU a VÚMOP pro optimalizaci velikosti zemědělských pozemků propojující protierozní ochranu půdy s požadavky na efektivní pohyb zemědělské techniky. Obsahuje popis, jak dělit a upravovat pozemky tak, aby byly zároveň šetrné k půdě i praktické pro hospodaření.	
Ochrana zemědělské půdy před erozí (2024)	Odborný podklad shrnující jednotný postup, jak posuzovat erozní ohrožení půdy a jak navrhovat protierozní opatření v zemědělské krajině. V nové podobě sjednocuje přístup zlepšení, které se ochranou půdy proti erozi v ČR zabývají, a navazuje na předchozí metodické návody.	
Navrhování technických protierozních opatření (2014)	Odborný podklad pro návrh opatření, které mají chránit zemědělskou půdu před erozí a omezovat smyv půdy na svazích.	
Protierozní vyhláška	Vyhláška č. 240/2021 Sb., o ochraně zemědělské půdy před erozí, s účinností od 1. 7. 2021. Ve znění vyhlášky se stanoví zejména, jak se hodnotí erozní ohrožení zemědělské půdy, jaká je přípustná míra eroze a jaká opatření se mají použít ke snížení erozního rizika. Pokud nastane opakovaná erozní událost, vymezí se dle vyhlášky posuzovaná plocha, pro kterou se poté vyhotovuje Plán opatření ke snížení erozního ohrožení prostřednictvím protierozní kalkulačky, a to na dobu nejméně 5 let.	

II.2.2.4 Vzorové příklady

Malonty I.

POPIS STAVU PŘED OPTIMALIZACÍ

- nepravidelný tvar pozemků a členitý terén
- původní směr pojezdů ve směru sever-jih
- obdělávání na souvratích probíhalo podél hranic nepravidelných pozemků
- násobné otáčení v rozích a vysoký podíl neproduktivních přejezdů
- široké souvratě
- opakované přesevy souvratí → zvýšené riziko eroze a zhutnění půdy

POPIS STAVU PO OPTIMALIZACI

- změna směru pojezdů
- vytvoření přerušovacího pásu ve směru odtoku
- narovnání PP v kolmých směrech
- nové vymezení PP s eliminací méně produktivních částí (např. klíny) → převedeno do ETP
- zavedení zatravněných souvratí (ETP)
- přesun otáčení techniky na zatravněné plochy
- ETP slouží i pro produkci travní hmoty (např. pro výkrm)
- omezení počtu otáček mechanizace
- snížení přesevů souvratí



Obrázek 66: Ortofotosnímky před optimalizací (nahore) a po optimalizaci v lokalitě Malonty I. (zdroj: Mapy.com – 2020; 2023).



Obrázek 67: Ortofotostřížek před optimalizací – detail severovýchodní části lokality Malonty I. (zdroj: Mapy.com – 2020).

- obdělávání na souvratích podél hranic nepravidelných pozemků
- násobné otáčení v rozích
- široké souvratě
- opakované přesevy souvratí



Obrázek 68: Ortofotosnímek po optimalizaci – detail severovýchodní části lokality Malonty I. (zdroj: Mapy.com – 2023).

- problematická místa na souvratích s násobným otáčením a přejezdy byla zatravněna
- došlo ke snížení zhutnění půdy, časové náročnosti i spotřeby PHM
- otáčení na zatravněných plochách bez významné ztráty produkce

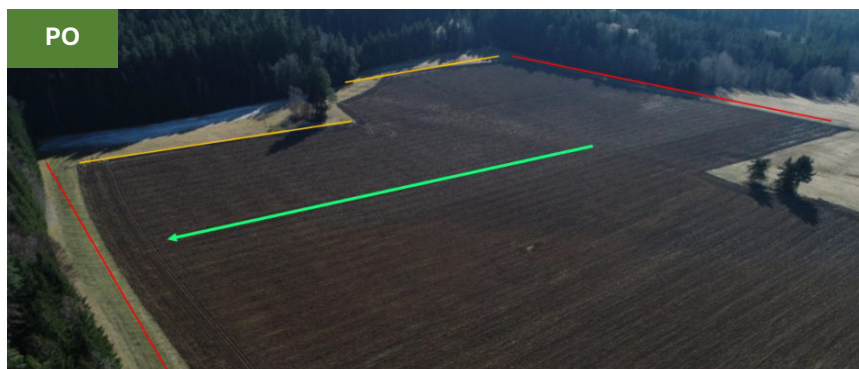
Malonty II.

POPIS STAVU PŘED OPTIMALIZACÍ

- méně produkční část pozemku u lesa
- směr obdělávání kolmo na vrstevnice
- potřeba násobného otáčení v jihovýchodním rohu pozemku
- 4x přeseť souvatř

POPIS STAVU PO OPTIMALIZACI

- změna směru pojezdů na vrstevnicové obdělávání
- zatravnění souvatř na méně produkčních částech půdy
- přenesení otáčení na ETP (kolmé nájezdy)
- není předpokládána výrazná ztráta výnosu
- zarovnání produkčních ploch v přímých směrech, zejména podél lesa
- na následujících obrázcích jsou červenou linií vyznačené zatravněné souvatř, oranžová linie značí zarovnání PP a světle zelené směr pojezdů



Obrázek 69: Snímek z terénního šetření 20. 3. 2025 v lokalitě Malonty II (dron).



Obrázek 70: Ortofotosnímky před optimalizací (nahore) a po optimalizaci v lokalitě Malonty II. (zdroj: Mapy.com – 2020; 2023 – snímky jsou orientovány jihem nahoru pro účely srovnání se snímkem z dronu).

Velké Hostěrádky

Důvody optimalizace

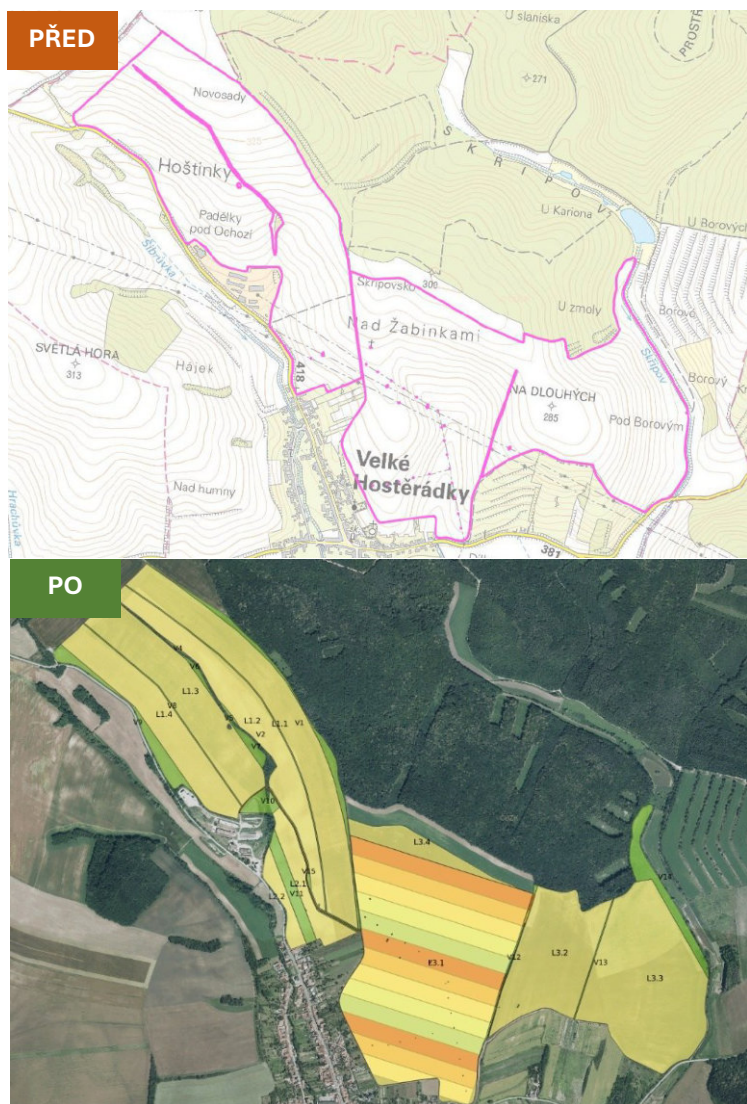
- požadavek na vyšší erozní ochranu
- ekologie
- vysoká svažitost
- záběr nástrojů sjednocen na 4 m

POPIS STAVU PŘED OPTIMALIZACÍ

- vysoká erozní ohroženost daná svažitostí pozemku
- složitá vlastnická struktura omezující realizaci technických opatření → nutnost organizačního řešení
- nevhodný tvar pozemku („trychtýř“) komplikující obhospodařování
- omezená možnost vrstevnicového obdělávání vlivem velké svažitosti

POPIS STAVU PO OPTIMALIZACI

- naplánované střídání plodin v nejvýraznější údolnici (trychtýř)
- přejezdy se shodnou plodinou vedené po ETP
- otáčení na zatravněných plochách (ETP) s kolmými nájezdy na souvratě (eliminace vzniku erozních akceleratorů a přesevů)
- přerušovací protierozní pásy
- vytvoření dočasné polní cesty pro otáčení techniky
- zarovnání produkčních ploch (eliminace klínů)
- vznik ploch pro produkci travin (využití pro výkrm)



Obrázek 71: Stav před optimalizací (nahore) a návrh optimalizace zemědělských pozemků (dole) v lokalitě Hostěrádky.

II.2.3 Možnosti implementace ETP v rámci systému LPIS

ETP představují významný nástroj pro integraci environmentálních požadavků do zemědělského hospodaření. Jedná se o souhrnné označení pro plochy plnící ekologickou, Půdo ochrannou nebo krajínotvornou funkci, které lze uplatnit v rámci pravidel podmíněnosti (DZES), celofiremních ekoplateb (EK) a agroenvironmentálně-klimatických opatření (AEKO). ETP mohou být v praxi zakládány nezávisle na dotačních nástrojích. Tato kapitola se však zaměřuje na jejich uplatnění v rámci nástrojů Společné zemědělské politiky, kde jsou evidovány a kontrolovány prostřednictvím systému LPIS.

Význam ETP spočívá nejen v naplnění legislativních požadavků Společné zemědělské politiky, ale také v jejich schopnosti přispívat k ochraně půdy, vody a biodiverzity v zemědělské krajině. Podmínky jejich uplatnění se průběžně vyvíjejí v návaznosti na právní předpisy Evropské unie a národní legislativu. Metodické postupy uvedené v této kapitole je proto nutné vždy interpretovat ve vztahu k aktuálně platné legislativě, zejména metodickým pokynům Ministerstva zemědělství (MZe) a Státního zemědělského intervenčního fondu (SZIF) pro příslušný kalendářní rok.

II.2.3.1 Uplatnění ETP v rámci nástrojů zemědělské politiky:

1) Neprodukční plochy v rámci ekoplateb, AEKO

Jedním z možných nástrojů uplatnění ETP jsou ekoplatby, které podmiňují poskytnutí podpory vyčleněním minimálního podílu neprodukčních ploch (minimálně 5 % pro základní a 7 % pro prémiovou ekoplatbu – rok 2026). Tyto plochy plní především funkci podpory biodiverzity, omezení eroze a zvýšení retenční schopnosti krajiny.

Ochranný pás kolem krajinného prvku

Ochranné pásy kolem krajinných prvků slouží k omezení negativních vlivů intenzivního hospodaření na tyto ekologicky významné struktury.

Ochranný pás typu souvrat'

Tyto pásy přispívají k omezení degradace půdy na okrajích dílů půdních bloků a zároveň plní funkci neprodukční plochy.

Ochranný pás podél vody (základní a prémiový)

Pásy podél vodních útvarů mají zásadní význam pro ochranu povrchových vod před znečištěním a splachem živin.

Biopás

Plocha zařazená v rámci agroenvironmentálně-klimatických opatření (AEKO) (krmný, nektarodárný, kombinovaný). Biopásy představují cílený nástroj podpory biodiverzity zemědělské krajiny, zejména z hlediska opylovačů a drobné zvěře.

Úhory

Úhory představují nástroj regenerace půdy a současně plní významnou ekologickou funkci.

Ochranný pás (agrolesnictví)

Pásy zakládáné v rámci režimu agrolesnictví.

Tabulka 22: Informativní přehled plateb (rok 2026).

Intervence	Kč/ha
Základní podpora příjmu pro udržitelnost (BISS)	1 759,91
Základní celofaremní ekoplatba - na veškerou zemědělskou plochu žadatele. Podmínkou je dodržování definovaných požadavků a specifických podmínek.	1 578,37
Prémiová celofaremní ekoplatba – pouze na neprodukční plochy. Výrazně vyšší částka, ale na omezenou výměru.	17 521,2
AEKO* – např. biopásy (dle typu)	14 530,98 - 16 453,84

* Snížení platby v případě kombinace AEKO opatření a jejich využití jako plodina pro diverzifikaci v rámci ekoplatby

Následující tabulka shrnuje základní rozdíly mezi jednotlivými typy neprodučních ploch z hlediska jejich funkce, režimu hospodaření a ostatních požadavků, a umožňuje tak jejich srovnání při rozhodování o vhodném způsobu plnění podmínek ekoplatby na úrovni zemědělského podniku.

Tabulka 23: Srovnání hlavních typů neprodučních ploch.

Kritérium	Ochranný pás (krajinný prvek)	Ochranný pás (souvrť)	Ochranný pás podél vody	Biopás	Úhor
Pravidla	ekoplatba	ekoplatba	ekoplatba	AEKO + ekoplatba	ekoplatba
Závazek	jednoletý	jednoletý	jednoletý	víceletý (dle typu)	jednoletý
Šířka	1–30 m	3–30 m	6/12–30 m	do 30 m	obvykle 6–30 m
Porost	1. 6. – 30. 11.	do 1. 6. – 15. 7.	1. 6. – 31. 10.	dle typu	sezónní
Údržba	seč od 1. 9.	do 15. 7.	seč/mulč do 31. 8.	dle typu (často předepsaná)	1× ročně do 31. 8.
Omezení hospodaření	dlouhodobý zákaz aplikace hnojiv, upravených kalů a POR	časově omezený zákaz aplikace vstupů	zákaz aplikace vstupů od podání žádosti do 31. 10.	zákaz pojezdů a specifické režimy hospodaření	zákaz aplikace POR, zákaz sklizně a pastvy v definovaném období

2) Povinné ochranné pásy u povrchových vod (DZES 4)

U vodních útvarů je nutné dodržovat tyto pásy:

Základní ochranný pás

Podél stálých útvarů povrchových vod musí být dodržen minimálně 3 metry široký pás, na kterém je zakázáno hnojení (minerálními i organickými hnojivy) a aplikace POR. U pozemků se sklonem nad 7° se tento pás rozšiřuje na 25 metrů pro hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem.

3) Pásy jako půdoochranná technologie (DZES 5)

Na erozně ohrožených půdách jsou pásy jednou z možností půdoochranné technologie:

Zasakovací, ochranné a předělovací pásy

Musí být strojově obhospodařovatelné o šířce minimálně 3 metry oseté plodinou s vysokým ochranným vlivem vegetace.

4) Pásy pro rozdělení velkých ploch plodin (DZES 7B)

Na standardní orné půdě nesmí být plocha jedné plodiny větší než 30 hektarů, pokud není rozdělena. K rozdělení lze použít:

Ochranný pás o šířce minimálně 22 metrů

Musí být oset plodinami vázajícími dusík, vybranými plodinami nebo jejich směsmi. Tato podmínka musí být dodržena v období od 1. června do 31. srpna. (Podmínka se neuplatní na díl půdního bloku do 40 ha, na který je podána žádost o dotaci na biopásy, ochranu čejky chocholaté nebo agrolesnictví. U dílů půdních bloků větších než 40 ha musí plocha těchto opatření činit alespoň 5 % výměry dílu půdního bloku).

5) Travní porosty a trvalé travní porosty

Zemědělská kultura travní porost a trvalý travní porost může být v LPIS vedena i na menších plochách a pružích. Pro tyto plochy platí povinnost provést seč s odklizením biomasy nebo pastvu do 31. července (v horských oblastech H1 do 31. srpna).

II.2.3.2 Změna kultury travních porostů na ornou půdu

Uživatel půdy je povinen užívat pozemky v souladu s charakteristikou druhu pozemku stanovenou právními předpisy. V případě hospodaření na půdních blocích zařazených do evidence využití půdy podle zákona o zemědělství (LPIS) je rozhodující způsob využití evidovaný v této evidenci a uživatel je povinen hospodařit v souladu s údaji v ní uvedenými. V praxi procesu zpracování optimalizací DPB se opakovaně diskutovala možnost přearování části pozemku z kultury TTP na ornou půdu z důvodu efektivnějšího nastavení pojezdů zemědělské techniky. Primárním cílem nebylo zvýšení výměry orné půdy, ale zarovnání PP do rovnoběžného směru se směrem pojezdu. Následující kapitola se proto zabývá možností uplatnění návrhu převodu části TTP na ornou půdu.

Změna využití TTP na ornou půdu v katastru nemovitostí

Změna druhu pozemku vedeného v katastru nemovitostí z trvalého travního porostu na ornou půdu představuje zásah do způsobu využívání zemědělské půdy a má právní význam z hlediska ochrany zemědělského půdního fondu. Tato změna nemá pouze evidenční charakter, ale je podmíněna splněním povinností stanovených zvláštními právními předpisy.

Zákon o ochraně ZPF a Vyhláška o ochraně zemědělské půdy před erozí

Dle zákona č. 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu lze zemědělskou půdu evidovanou v katastru nemovitostí jako trvalý travní porost změnit na ornou půdu jen se souhlasem orgánu ochrany zemědělského půdního fondu uděleným na základě posouzení:

- fyzikálních nebo biologických vlastností zemědělské půdy,
- rizik ohrožení zemědělské půdy erozí, včetně polohy údolnic a provedených opatření ke snížení těchto rizik, jako jsou například svahové průlehy.

Dále Vyhláška č. 240/2021 Sb. o ochraně zemědělské půdy před erozí definuje **půdy nevhodné pro změnu** trvalého travního porostu na ornou půdu na:

- půdy nacházející se na plochách, kde nižší než přípustné míry erozního ohrožení nelze docílit prostřednictvím opatření definovaných ve vyhlášce,
- půdy s hloubkou půdního profilu do 30 cm,
- půdy, na nichž jsou navržena nebo realizována technická opatření ke snížení erozního ohrožení uvedená ve vyhlášce,
- půdy, na nichž je navrženo nebo realizováno organizační opatření ve formě ochranného zatravnění pozemku.

Změna TTP na ornou půdu – změna v LPIS (stanovení pravidel podmíněnosti plateb zemědělcům)

Zemědělec hospodařící na půdních blocích zařazených do evidence využití půdy podle uživatelských vztahů (LPIS) je povinen při obhospodařování zemědělské půdy dodržovat pravidla standardů dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy (DZES), pokud je příjemcem přímých plateb nebo jiných podpor v rámci společné zemědělské politiky. Změna trvalého travního porostu na ornou půdu představuje změnu v evidenci LPIS, která je z hlediska podmíněnosti plateb přípustná pouze tehdy, pokud je v souladu s pravidly DZES a ostatními právními předpisy. Porušení těchto pravidel může mít za následek krácení nebo neposkytnutí zemědělských podpor.

Standard zachování trvalých travních porostů na základě poměru trvalých travních porostů k zemědělské ploše (DZES 1)

ECP – environmentálně citlivé plochy

Zákaz změny způsobu využití půdy z trvalého travního porostu na jiný druh zemědělské kultury na ploše užívaného dílu půdního bloku, která se nenachází v oblastech Natura 2000:

- v první a druhé zóně chráněných krajinných oblastí a na území národních parků,
- v národních přírodních památkách, národních přírodních rezervacích, přírodních rezervacích a přírodních památkách,
 - ve vzdálenosti do 12 metrů od vodního útvaru,
 - jako silně erozně ohrožené,
 - jako podmáčené a rašelinné louky, nebo
 - ve třetím aplikačním pásmu zranitelných oblastí.

Změnu trvalého travního porostu na těchto plochách lze provést v těchto případech:

- je zemědělská kultura trvalý travní porost změněna v souvislosti s ukončením pozemkových úprav,
- na ornou půdu (standardní orná půda (R), úhor (U) nebo travní porost (G) v režimu ekologického zemědělství (EZ),
- na trvalou zemědělskou kulturu ovocný sad (S),
- na trvalou zemědělskou kulturu vinice (V),
- na trvalou kulturu rychle rostoucí dřeviny ve výmladkových plantážích (D),
- na jinou trvalou kulturu (J),
- na plochu podle nařízení vlády upravujícího opatření zalesňování zemědělské půdy (L),
- na krajinný prvek,
- na plochu v režimu agrolesnictví,
- na plochu se zemědělskou kulturou jiná (O).

Za porušení se nepovažuje změna u jednotlivé plochy TTP o velikosti menší nebo rovné 0,1.

Ochrana půd bohatých na uhlík (DZES 2)

Zákaz změny způsobu využití půdy z trvalého travního porostu na jiný druh zemědělské kultury na ploše užívaného dílu půdního bloku evidované jako půda bohatá na uhlík.

O porušení podmínky se nejedná v případě, že:

- plocha půdy bohaté na uhlík nepřesahuje výměru 0,1 hektaru,
- se celá plocha nebo její část o výměře jednotlivé plochy větší než 0,1 hektaru nachází v oblastech Natura 2000, nebo
- je zemědělská kultura trvalý travní porost změněna v souvislosti s ukončením pozemkových úprav.

Zákaz přeměny nebo orby trvalých travních porostů v lokalitách sítě Natura 2000 (DZES 9)

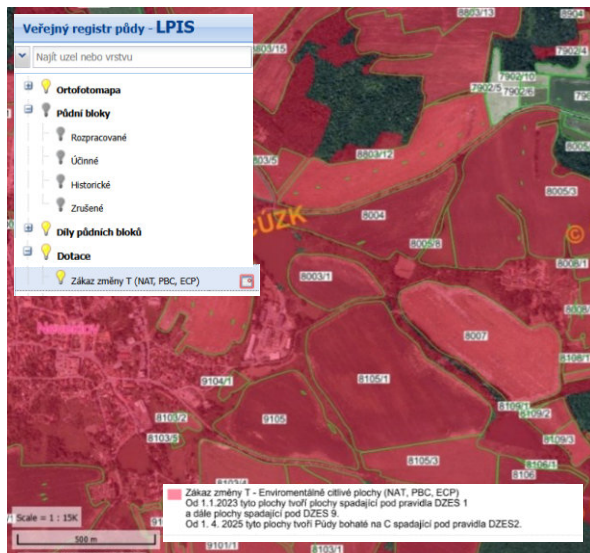
Žadatel na ploše TTP, která se nachází ve vymezené oblasti Natura 2000, nezmění v evidenci využití půdy zemědělskou kulturu TTP na některou z jiných druhů zemědělské kultury, ani neprovede na této ploše orbu.

Změnu trvalého travního porostu (TTP) ve vymezené oblasti Natura 2000 je umožněno provést pouze v těchto případech:

- jednotlivé plochy o výměře nejvýše 0,1 hektaru,
- je zemědělská kultura trvalý travní porost změněna v souvislosti s ukončením pozemkových úprav,
- změny na jinou trvalou kulturu, pokud v případě nové výsadby dřevin je vydáno vyjádření podle písmene d),
- vydání vyjádření místně příslušného orgánu ochrany přírody.

Postup vydání souhlasného vyjádření místně příslušného orgánu ochrany přírody:

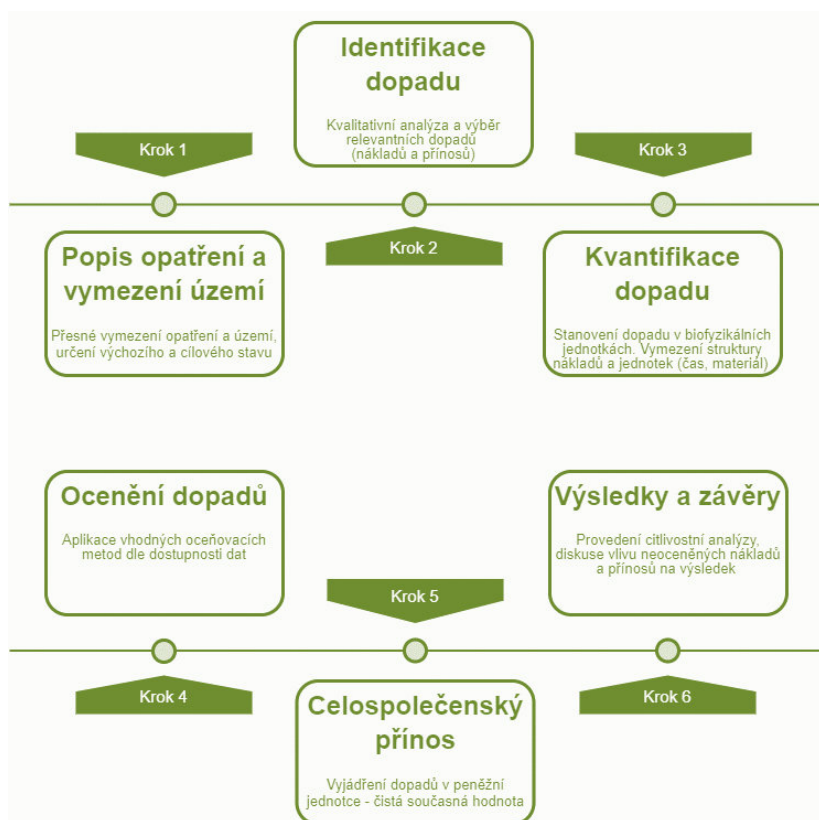
Žádost o vydání vyjádření OOP lze podat v ojedinělých a odůvodněných případech např. z důvodu historické souvislosti využití dílu půdního bloku. Záměr změny zem. kultury musí být v souladu se směrnicí o stanovištích, nadále musí zůstat zajištěny zájmy ochrany podle zákona č. 114/1992 Sb., o ochrany přírody a krajiny a cíle standardu. V případě kladného vyřízení se změna kultury zaeviduje v LPIS.



Obrázek 72: Ukázka mapové vrstvy „Zákaz změny T v LPIS“.

II.2.4 Ekonomického hodnocení dopadů ETP

Ekonomické hodnocení dopadů ETP vychází vzhledem k širokému spektru přínosů z konceptu ekosystémových služeb (viz II.1.7) a dosavadních přístupů k ekonomickému hodnocení v českém kontextu (např. Macháč et al., 2020; Slavíková et al., 2015). Je navrženo provádět hodnocení opatření v šesti na sebe navazujících krocích (schéma viz Obrázek 73). Náročnost jednotlivých kroků je přitom závislá zejména na dostupnosti vstupních dat a úrovni detailu požadované analýzy.



Obrázek 73: Postup ekonomického hodnocení (zdroj: vlastní).

Krok 1: POPIS OPATŘENÍ A VYMEZENÍ ÚZEMÍ

Základem ekonomického hodnocení je jasné vymezení předmětu analýzy, které zahrnuje popis opatření a definování území, na němž jsou nebo budou realizována. Náklady i přínosy jsou silně závislé na lokálních podmínkách, jako jsou charakteristiky půdy, způsob hospodaření, hydrologické poměry, přítomnost krajinných prvků či vazby na okolní území. Ekonomické hodnocení je proto vhodné provádět vždy pro konkrétní lokalitu, přenos hodnot mezi územími může vést k významným zkreslením.

Hodnocení lze realizovat jak ex-post (na již implementovaných opatřeních), tak ex-ante (v rámci jejich návrhu a plánování). Současně může probíhat v různých měřítcích podle dostupnosti dat a požadované úrovně detailu – od agregovaných přístupů pro větší území až po detailní analýzy na úrovni jednotlivých půdních bloků.

V případě ex-ante hodnocení je nutné vedle výchozího stavu definovat také cílový stav, tedy rozsah a parametry navrhovaného opatření. U ex-post hodnocení se naopak vymezuje stav před realizací opatření. Porovnání těchto stavů následně umožňuje stanovit změnu v poskytování ekosystémových služeb, která tvoří základ pro další kroky ekonomického hodnocení.

Krok 2: IDENTIFIKACE DOPADU

Na vymezení opatření a území navazuje identifikace dopadů. Doporučuje se ji provádět s využitím konceptu ekosystémových služeb, který umožňuje systematicky rozlišit očekávané náklady a přínosy spojené se změnou využití území.

Na straně nákladů je třeba posoudit zejména to, zda vznik ETP povede ke snížení plochy využívané pro produkci plodin, omezení intenzity hospodaření nebo ke změně nároku na zemědělské podpory. Vedle ušlého zisku a případné ztráty podpor je nutné identifikovat také další nákladové položky spojené se založením, provozem a dlouhodobým managementem ETP.

Na straně přínosů je vhodné projít výčet relevantních ekosystémových služeb a u každé posoudit, zda realizace opatření vyvolá změnu v jejím poskytování. Pro prvotní třídění dopadů lze využít expertní kvalitativní škálu: (i) bez vlivu nebo nerelevantní dopad; (ii) velmi omezený dopad; (iii) střední dopad; (iv) významný dopad. V dalších krocích by měly být prioritně kvantifikovány a oceňovány zejména

dopady se středním a významným efektem. Ostatní dopady je vhodné zachytit alespoň kvalitativně v diskusi výsledků.

Při identifikaci dopadů je nutné zohlednit také to, že výchozí stav nemusí být v čase stabilní. Zejména v souvislosti se změnou klimatu se mohou měnit hydrologické, půdní i produkční podmínky území. Pokud nelze tyto změny zahrnout kvantitativně, měly by být alespoň kvalitativně diskutovány v závěrečném vyhodnocení.

Krok 3: KVANTIFIKACE DOPADU

Na základě identifikovaných nákladů a přínosů je provedena jejich kvantifikace, jejímž cílem je stanovit rozsah jednotlivých dopadů. Ty jsou zpravidla vyjádřeny pomocí biofyzikálních jednotek zachycujících změnu mezi výchozím a cílovým stavem (např. množství zadržené vody, snížení odnosu půdy vlivem eroze apod.).

Kvantifikace může vycházet z naměřených dat, dostupných databází nebo z modelových přístupů (např. modelování srážkooodtokových poměrů a výpočet ztráty půdy pomocí rovnice USLE a modelů USPED a WaTEM/SEDEM). Pokud nejsou lokální data k dispozici, lze využít přenos hodnot z odborné literatury nebo existujících metodických podkladů. V takovém případě je však nutné zohlednit možný vliv odlišných přírodních a hospodářských podmínek, který může vést k odchylkám ve výsledcích.

U nákladů se kvantifikace opírá o stanovení investičních a provozních nákladů, případně ušlých výnosů, a to na základě porovnání stavu před a po realizaci ETP.

Výstupem tohoto kroku je kvantitativní vyjádření změn v poskytování ekosystémových služeb a s nimi spojených nákladů a přínosů, které tvoří základ pro jejich následné ekonomické ocenění.

Krok 4: OCENĚNÍ DOPADU

Na kvantifikaci dopadů navazuje jejich peněžní ocenění, jehož cílem je vyjádřit identifikované náklady a přínosy v monetárních jednotkách. Zatímco některé dopady lze ocenit přímo na základě tržních cen, většina ekosystémových služeb nemá přímé tržní vyjádření a je proto nutné využít nepřímé oceňovací metody.

Mezi nejčastěji používané přístupy patří metody založené na tržních analogiích (např. náklady na zamezení, náhradu nebo alternativní opatření), dále metody odhalených preferencí (např. metoda cestovních nákladů nebo hédonická cena) a metody založené na vyjádřených

preferencích (např. podmíněné hodnocení nebo výběrový experiment). Přehled těchto metod v kontextu zemědělství uvádí např. Macháč et al. (2020) v Příloze 1. Alternativou je využití přenosu hodnot z jiných studií (benefit transfer). Tento přístup však vyžaduje opatrnost, protože výsledky mohou být významně ovlivněny odlišnými lokálními podmínkami. Vhodné je proto využívat jeho upravené formy, které tyto rozdíly alespoň částečně zohledňují.

Pro účely této metodiky byly na základě literární rešerše vybrány relevantní ekosystémové služby spojené s ETP a pro každou z nich byly navrženy vhodné oceňovací metody (viz Tabulka 24), včetně orientační náročnosti jejich aplikace. Tyto přístupy již byly ověřeny v českém prostředí (Hekrlé et al., 2023; Macháč et al., 2021).

Tabulka 24: Přřazení vhodných metod pro ocenění jednotlivých ekosystémových služeb.

(Podtržené je uvedena výchozí doporučená metoda, která umožňuje využít dobře dostupná data a poskytuje dostatečně robustní výsledky.)

Ekosystémová
služba

Oceňovací metoda založená na:

Regulační služby

Eroze půdy a
koloběh živin

- kombinaci nákladů na nahrazení a tržní ceny:
 - úspora nákladů na nákup ztracené zeminy,
 - úsporu nákladů na náhradu živin,
 - úspora nákladů na odstranění sedimentu z vodních toků,
 - úspora nákladů na odstranění ornice z jiných pozemků a infrastruktury,
- nákladech na zamezení erozní činnosti pomocí opatření (např. zatravnění, pásové střídání plodin apod.).

Regulace odtoku	• <u>kombinaci nákladů na nahrazení a tržní ceny (úspora nákladů na závlahu).</u> • nákladech na zamezení/alternativní opatření (úspora nákladů na jiný způsob zadržení vody, např. vybudování tůní, pásové střídání plodin apod.).
Redukce CO ₂	• nákladech na zamezení (např. změna zemědělské techniky nebo postupů obdělávání půdy), • nákladech na alternativní opatření (náklady na snížení produkce ze stacionárních zdrojů – lokálních topenišť a dopravy), • <u>tržní ceně emisních povolenek CO₂.</u>
Regulace kvality ovzduší	• nákladech na zamezení (např. změna zemědělské techniky nebo postupů obdělávání půdy), • <u>nákladech na alternativní opatření</u> (náklady na snížení znečištění ovzduší ze stacionárních zdrojů – lokálních topenišť a dopravy: oxidy dusíku, síry a ozón; náklady na omezení větrné eroze pomocí aplikace nezbytného rozsahu opatření).
Regulace mikroklimatu	• <u>nákladech na zamezení</u> (nákladech na alternativní opatření).
Opylení	• <u>tržní ceně na základě změn produkce plodin</u> vyvolaných dopady na opylovače a jejich schopnost opylení.
Regulace člověku škodlivých organismů	• <u>nákladech na zamezení</u> (dodatečné náklady na pesticidy a insekticidy).

Kulturní služby

Rekreační funkce	• výběrovém experimentu (alternativně přenos hodnot), • <u>cestovních nákladech spojených s četností návštěv území</u>, • hedonické ceně (hodnoty budov z přilehlých pozemků obcí).
Estetická hodnota	• <u>výběrovém experimentu (alternativně přenos hodnot)</u>, • cestovních nákladech spojených s četností návštěv území, • hedonické ceně (hodnoty budov z přilehlých pozemků obcí).

Produkční služby

Produkce plodin	• <u>tržní ceně</u> (výkupní cena plodin po odečtení nezbytných nákladů na dopravu apod.).
Produkce biomasy	• <u>tržní ceně</u> (výkupní cena biomasy po odečtení nezbytných nákladů na její dopravu).

Další přínosy (Biodiverzita a další)

Druhová rozmanitost fauny	• <u>výběrovém experimentu (alternativně přenos hodnot)</u>,
---------------------------	--

	• nákladech na nahrazení/alternativní opatření (realizace opatření, která bude kompenzovat případný negativní dopad na druhovou rozmanitost).
Druhá rozmanitost flóry	• <u>výběrovém experimentu (alternativně přenos hodnot)</u>, • nákladech na nahrazení/alternativní opatření (realizace opatření, která bude kompenzovat případný negativní dopad na druhovou rozmanitost).
Tvorba biotopu obecně	• <u>hodnocení biotopů</u> (např. pomocí Hesenské metody)

Zdroj: Vlastní úprava na základě Macháč et al. (2020)

Náklady je vhodné ocenit dle skutečných nákladů na realizaci (ex-post hodnocení), katalogů opatření (např. ČVUT, 2019; MŽP ČR, 2026) nebo nákladů obdobných projektů. Současně je nutné pro ocenění nákladů ocenit kromě investičních nákladů také provozní náklady, případně další relevantní náklady (ušlý zisk, administrativní náklady, negativní externality).

Krok 5: CELOPOLEČENSKÝ PŘÍNOS

Po ocenění nákladů a přínosů následuje jejich vzájemné porovnání, které umožňuje posoudit ekonomickou efektivnost opatření. K tomu slouží standardní ukazatele, zejména čistá současná hodnota (NPV), poměr nákladů a přínosů nebo celospolečenská návratnost.

Klíčovým aspektem je zohlednění časového nesouladu mezi náklady a přínosy, kdy náklady jsou často vynakládány v krátkém období, zatímco přínosy se projevují postupně v delším horizontu. Hodnocení proto pracuje s časovou hodnotou peněz a vyžaduje stanovení vhodného časového horizontu. Ten by měl reflektovat charakter a životnost opatření i kontext hodnocení. Metodiky obvykle doporučují pracovat alespoň s dvěma horizonty: krátko-střednědobý (např. 10-25 let) a středně-dlouhodobý (25-50 let). Často je stanovení horizontu navázáno na životnost opatření či na cíle zemědělských politik. V tomto případě např. na přípravu podkladů dle Společné zemědělské politiky k roku 2028. Vzhledem k potenciálu realizace ETP

doporučujeme využít časový horizont 3 roky, 10 let (s odstupem) a 15 let vzhledem k cílům Strategického rámce Cirkulární Česko 2040, prioritní oblasti 3 – Bioekonomika a potravin a cílům nařízení Evropského parlamentu a Rady o obnově přírody.

V praxi se využívají dva základní přístupy. Prvním je koncept současné hodnoty, který převádí budoucí náklady a přínosy na jejich hodnotu v současnosti pomocí diskontování (obvykle s diskontní mírou kolem 4 % dle doporučení Evropské komise). Výsledkem je čistá současná hodnota, vyjadřující rozdíl mezi přínosy a náklady v celém hodnoceném období. Tento přístup je v praxi nejčastěji využíván (např. (Trantinová & Peterková, 2016; Macháč et al., 2021)).

Druhým přístupem je koncept anualizovaných hodnot, který převádí celkové náklady a přínosy na jejich roční ekvivalent (Macháč & Brabec, 2018; Slavíková et al., 2015). Anualizace má smysl především v případech, kdy se životnost opatření, která se pomocí ekonomického hodnocení porovnávají, významně liší.

Krok 6: VÝSLEDKY A ZÁVĚRY

Výsledky analýzy dle kroků 1–5 je vhodné ověřit s cílem omezit možná zkreslení vyplývající z použitých vstupních dat. K tomu lze využít metody citlivostní analýzy. Nabízí se dva postupy. V rámci komplexního přístupu lze zvolit úpravu všech vstupních parametrů o 1 % a testovat, jak se změní výsledek, respektive, který z ukazatelů bude mít případně nejvýznamnější vliv. U něj má pak smysl zkoumat dále relevantnost použité hodnoty.

Alternativně lze použít snazší přístup založený na tzv. scénářové citlivostní analýze (Macháč et al., 2021). Typicky se vedle základního scénáře (např. diskontní míra 4 %) uvažují i varianty optimistická (např. 2 %) a pesimistická (např. 6 %). Výsledky jednotlivých scénářů jsou následně porovnávány, což umožňuje posoudit stabilitu závěrů. Obdobně lze modifikovat i další vstupní parametry.

Pokud je využít koncept současné hodnoty, pak je nejlepší testovat scénářovou citlivostní analýzu na ukazateli celospolečenské návratnosti opatření, kdy lze snadno porovnat návratnost pro základní scénář a zbylé dva. V ideálním případě by se počet let neměl příliš lišit.

Při interpretaci výsledků je nezbytné zohlednit i ty náklady a přínosy, které nebylo možné vyjádřit v peněžních jednotkách (např. dopady na biodiverzitu). Tyto efekty je vhodné zahrnout alespoň kvalitativně,

případně doplnit expertním odhadem a diskutovat jejich vliv na celkové vyznění hodnocení.

V případě, že by náklady a přínosy, které nelze vyjádřit, byly považovány za zásadní, lze celý postup modifikovat a pomocí multikriteriální analýzy zkombinovat kvantitativní (peněžní) vyjádření části přínosů a nákladů s kvalitativním posouzením zbylých přínosů a nákladů. V tomto případě by bylo ale nezbytné stanovit váhy jednotlivým ukazatelům.

II.2.5 Příklady ekonomického hodnocení vlivu optimalizace na intenzitu erozního a transportního procesu v různých typech území

Níže uvedené příklady vycházejí z ekonomického hodnocení efektivity scénářů pro různé lokality představené v kapitole 8.3.1. Pro každou z lokalit A, B a C a dílčích scénářů S1-S4 byl posouzen ekonomický dopad vůči výchozí situaci (S0), kdy není realizované žádné ETP opatření. Dochází tedy k ocenění dodatečných přínosů v podobě ekosystémových služeb (spojovaných zejména s erozí a náklady na odstranění škod s ní spojených) při zohlednění nákladů na tato opatření. Tyto náklady tvoří jak náklady na implementaci opatření (zatravnění, případně průleh nebo příkop) a jejich údržbu, tak ušlý zisk z produkce původní plodiny, jejíž plocha byla implementací opatření zmenšena. Použité hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 24.

Tabulka 25: Přehled vstupních údajů pro ekonomické hodnocení.

Označení náklady/přínosu	Zahrnuje	Hodnota v Kč v cenách roku 2025
Investiční náklady na zatravnění a pásy	jak materiální složky (osiva, hnojiva, prostředky na ochranu plodin), tak dále mzdové náklady, odpisy a výrobní a správní režie.	12 000-14 800 Kč/ha
Investiční náklady na liniové technické prvky:	zemní práce, zpevnění a zatravnění dle charakteristik uvedených v kapitole 8.3.1.	Průleh: 721 Kč/m Příkop: 1 194 Kč/m

zatravněný průleh/příkop		
Provozní náklady: Údržba ETP v případě zatravnění	3 seče ročně, dle potřeb hnojiva, dále mzdové náklady, odpisy a výrobní a správní režie se zohledněním hodnoty sena	2 000 Kč/ha
Provozní náklady: Údržba liniových opatření	sečení trávy (2-3krát za rok) a čištění průlehu, příkopu	59 Kč/m
Ušlý zisk: referenční plodina pšenice ozimá	zisk po zohlednění nákladů, odpisů, mzdových nákladů apod.	5000-8000 Kč/ha
Ušlý zisk: chmelnice	zisk po zohlednění nákladů, odpisů, mzdových nákladů apod.	6000-9000 Kč/ha
Přínosy ze snížení eroze:	náklady na nákup ztracené zeminy	308 Kč/t
	náklady na náhradu živin	7736 Kč/t
	náklady na odstranění sedimentu z vodních toků	860 Kč/t
	náklady na odstranění sedimentu z jiných pozemků	315 Kč/t
	náklady na odstranění sedimentu z intravilánu (infrastruktury)	645 Kč/t

Zdroj dat pro ocenění: UZEI (2026), ČVUT (2019), (Macháč et al., 2020, 2021), VÚŽV (2018), ČSÚ (2026), ZSČR (2023), Podhrázká et al. (2024)

Výsledky ekonomického hodnocení ukazují (Tabulka 26 - Tabulka 28), že investice do snížení celkové eroze v rámci navržených scénářů se téměř ve všech případech ekonomicky vyplatí. Výjimku tvoří opatření s liniovými prvky (S2V1 a S2V2) v lokalitě B, kde se v rámci hodnoceného období 15 a 25 let investice do průlehu a příkopu nevrátí v podobě celospolečenských přínosů spojených se snížením eroze. I z ekonomického hlediska vyplývá, že nejvyšší hodnoty kumulovaných přínosů je dosaženo při aplikaci scénáře S3d (tj. zatravnění 20 % nejsklonitějších pozemků). Pokud zohledníme vynaložené náklady spojené jak s implementací a údržbou, tak i s ušlým ziskem, dosahujeme u lokalit A a C taktéž u tohoto scénáře nejvyšší hodnoty

čisté současné hodnoty celospolečenských přínosů (tedy přínosů po odečtení nákladů).

Pokud budeme posuzovat ekonomickou efektivitu, tedy poměr přínosů dosažených na 1 Kč vynaloženou v průběhu sledovaného období, vychází v lokalitě A nejlépe scénář S4 a S1, v lokalitě B scénář S1 a v lokalitě C scénáře S3a, případně S3b. Na základě těchto výsledků nelze formulovat obecné doporučení pro aplikaci určitého scénáře jako nejvýhodnějšího napříč lokalitami. Vždy je třeba zohledňovat lokální charakteristiky.

Tabulka 26: Výsledky ekonomického hodnocení napříč jednotlivými scénáři pro horizont 15 a 25 let na lokalitě A.

	S1	S2V1	S2V2	S3a	S3b	S3c	S3d	S4
Lokalita A - 15 let								
Kumulativní přínosy	31 368 403 Kč	49 923 302 Kč	49 923 302 Kč	18 599 507 Kč	30 833 628 Kč	41 872 025 Kč	52 315 912 Kč	24 003 645 Kč
Kumulativní náklady	6 037 365 Kč	19 623 344 Kč	24 188 055 Kč	4 665 237 Kč	9 330 473 Kč	13 995 710 Kč	18 660 946 Kč	2 469 831 Kč
Čistá současná hodnota přínosů	25 331 038 Kč	30 299 958 Kč	25 735 247 Kč	13 934 271 Kč	21 503 155 Kč	27 876 315 Kč	33 654 966 Kč	21 533 814 Kč
Poměr přínosů a nákladů	5,20	2,54	2,06	3,99	3,30	2,99	2,80	9,72
	S1	S2V1	S2V2	S3a	S3b	S3c	S3d	S4
Lokalita A - 25 let								
Kumulativní přínosy	44 074 710 Kč	70 145 587 Kč	70 145 587 Kč	26 133 555 Kč	43 323 315 Kč	58 833 002 Kč	73 507 365 Kč	33 726 731 Kč
Kumulativní náklady	8 196 433 Kč	24 310 046 Kč	28 688 927 Kč	6 333 608 Kč	12 667 215 Kč	19 000 823 Kč	25 334 430 Kč	3 353 086 Kč
Čistá současná hodnota přínosů	35 878 277 Kč	45 835 541 Kč	41 456 660 Kč	19 799 947 Kč	30 656 100 Kč	39 832 180 Kč	48 172 935 Kč	30 373 645 Kč
Poměr přínosů a nákladů	5,38	2,89	2,45	4,13	3,42	3,10	2,90	10,06

Tabulka 27: Výsledky ekonomického hodnocení napříč jednotlivými scénáři pro horizont 15 a 25 let na lokalitě B.

	S1	S2V1	S2V2	S3a	S3b	S3c	S3d	S4
Lokalita B - 15 let								
Kumulativní přínosy	10 835 345 Kč	13 160 604 Kč	13 160 604 Kč	11 839 625 Kč	24 068 244 Kč	30 955 150 Kč	36 945 964 Kč	*
Kumulativní náklady	5 928 452 Kč	17 394 869 Kč	21 234 419 Kč	8 869 246 Kč	17 726 776 Kč	26 596 022 Kč	35 453 552 Kč	*
Čistá současná hodnota přínosů	4 906 892 Kč	- 4 234 265 Kč	- 8 073 815 Kč	2 970 379 Kč	6 341 468 Kč	4 359 128 Kč	1 492 412 Kč	*
Poměr přínosů a nákladů	1,83	0,76	0,62	1,33	1,36	1,16	1,04	*
	S1	S2V1	S2V2	S3a	S3b	S3c	S3d	S4
Lokalita B - 25 let								
Kumulativní přínosy	15 224 386 Kč	18 491 532 Kč	18 491 532 Kč	16 635 467 Kč	33 817 496 Kč	43 494 062 Kč	51 911 557 Kč	*
Kumulativní náklady	8 087 521 Kč	21 679 562 Kč	25 362 803 Kč	12 099 315 Kč	24 182 646 Kč	36 281 961 Kč	48 365 292 Kč	*
Čistá současná hodnota přínosů	7 136 865 Kč	- 3 188 031 Kč	- 6 871 271 Kč	4 536 152 Kč	9 634 850 Kč	7 212 101 Kč	3 546 265 Kč	*
Poměr přínosů a nákladů	1,88	0,85	0,73	1,37	1,40	1,20	1,07	*

Tabulka 28: Výsledky ekonomického hodnocení napříč jednotlivými scénáři pro horizont 15 a 25 let na lokalitě C.

	S1	S2V1	S2V2	S3a	S3b	S3c	S3d	S4
Lokalita C - 15 let								
Kumulativní přínosy	15 711 627 Kč	15 182 232 Kč	15 182 232 Kč	14 167 089 Kč	19 726 482 Kč	24 360 557 Kč	28 065 119 Kč	2 560 159 Kč
Kumulativní náklady	5 918 049 Kč	12 875 929 Kč	15 035 666 Kč	2 183 474 Kč	4 355 016 Kč	6 593 846 Kč	9 161 899 Kč	2 135 748 Kč
Čistá současná hodnota přínosů	9 793 577 Kč	2 306 303 Kč	146 566 Kč	11 983 615 Kč	15 371 466 Kč	17 766 711 Kč	18 903 220 Kč	424 411 Kč
Poměr přínosů a nákladů	2,65	1,18	1,01	6,49	4,53	3,69	3,06	1,20
	S1	S2V1	S2V2	S3a	S3b	S3c	S3d	S4
Lokalita C - 25 let								
Kumulativní přínosy	22 075 889 Kč	21 332 054 Kč	21 332 054 Kč	19 905 710 Kč	27 717 030 Kč	34 228 216 Kč	39 433 375 Kč	3 597 195 Kč
Kumulativní náklady	8 034 448 Kč	16 386 245 Kč	18 446 617 Kč	2 964 323 Kč	5 912 447 Kč	8 954 549 Kč	12 459 230 Kč	2 899 529 Kč
Čistá současná hodnota přínosů	14 041 441 Kč	4 945 809 Kč	2 885 437 Kč	16 941 387 Kč	21 804 583 Kč	25 273 668 Kč	26 974 144 Kč	697 666 Kč
Poměr přínosů a nákladů	2,75	1,30	1,16	6,72	4,69	3,82	3,16	1,24

* Scénář nebyl hodnocen

Výsledky citlivostní analýzy ověřující vliv vstupních proměnných nemají na výše uvedené závěry významný vliv.

II.2.6 Praktické zkušenosti a evaluace realizací

Za posledních sedm let realizoval autorský kolektiv několik projektů optimalizace vnitřního uspořádání pozemků. Část těchto realizací je představena v kapitole Vzorové případy a v II.4. Kapitola níže doplňuje uvedené příklady o komentáře zúčastněných zemědělských subjektů, u nichž byly optimalizace provedeny. Oba zastoupené podniky hodnotí přínosy s několikaletým časovým odstupem od realizace, což mj. umožňuje objektivnější posouzení dosažených efektů. Další zveřejněný komentář je od zemědělského poradce, který slouží jako prostředník mezi zemědělským subjektem a zhotovitelem návrhu.

ředitel zemědělského podniku

- Největší přínos optimalizace vidíme v efektivitě díky změně uvažování.
- Efektivita setí se díky narovnání linií zvýšila z cca 22 ha/den na 30 ha/den. Časová úspora je znát nejen v rámci managementu, ale i obsluha strojů to vnímá pozitivně, že mohou být dříve doma.
- ETP zakládáme i tak, že například celou plochu DPB vysejeme do podsevu vojtěšky, přičemž další rok se rozorají jen PP a na ETP zůstává porost vojtěšky.
- Travnaté pásy kolem lesa sice mají nižší výnosy, ale jsou to plochy bez vstupu. Částečně lze říct, že díky vstupu teplého vzduchu dochází k rychlejšímu dozrávání porostu. Z hlediska tlaku zvěře, nemají travnaté pásy vliv. Ale zvýšila se dostupnost pro myslivce.
- U kukuřice jsou časté pojezdy plečkování, zde otáčení neprobíhá v porostu ale na ETP. Souvratě jsme snížili ze tří na jedno objetí.
- ETP kolem lesů se sklízí „na zeleno“, sekačkou a sběracím vozem. Balíkování je zde ekonomicky neefektivní. EKOpłatba se zde z hlediska administrativy nevyplatí, raději je lepší snížit si ekonomické náklady.
- Zpočátku jsme měli problémy s přesností. Důležité je si linii najet traktorem v terénu – nahrát si reálné linie – a z těch následně odvíjet další plánování na počítači.

Autorsky upravený přepis rozhovoru na základě poznámek z terénního šetření (20. 3. 2025 – Malonty)

agronom zemědělského podniku

- Optimalizaci nám z technického hlediska navrhoval pan Kapička z VÚMOPu a při návrhu zohledňoval obrovské množství faktorů od délky svahu, sklonitosti svahu, řešil odtokové linie, vrstevnice, i tak byl aby celý návrh ekonomicky schůdný. Aby se nikde nevytvářely zóny, kde se ten traktor zbytečně točí, aby vycházely čisté linie pojezdů, tak aby došlo k úspoře nafty, osiva, času, opotřebení strojů.
- 20 výchozích DPB jsme rozdělili na 75. Takto hospodaříme již třetím rokem a obsluha zemědělské techniky si již zvykla.
- V rámci optimalizace jsme mimo jiné u jednoho DPB, který nebyl až tak výnosově zajímavý, byl erozně problematický, rozhodli realizovat agrolesnictví. Nechali jsme si do návrhu naplánovat linie stromů víceméně po vrstevnici a rozdělili svah na několik teras, tak nám zároveň bude fungovat protierozně. Agrolesnictví je dotačně podpořeno od MZe, takže to dává také smysl a biodiverzitně to teprve určitě začne fungovat. V delším ekonomickém horizontu se počítá, že ze stromů bude nějaká produkce ovoce, ořechu a dřeva. Je to obohacení krajinné mozaiky.

Redakčně upravený přepis z videa „Proč optimalizovat půdní bloky?“ - Člověk v tísni Publikováno 15. 10. 2025 (zdroj: <https://youtu.be/PFc4CoV1eHw?si=mbRreUn1ZFYb6efl>).



Obrázek 74: Evaluace dosažených cílů realizovaných opatření optimalizace na lokalitě Malonty – 20.3. 2025. Tři roky po realizaci opatření (Zdroj: VÚMOP)

zemědělský poradce

- V rámci poradenství pro ekologické zemědělství je optimalizace důležitá, protože zabráňuje ztrátě té nejurodnější půdy. Naším hlavním cílem je budování půdy.
- Pro nás je optimalizace nástroj pro to mít dlouhodobě stabilní výnosy, zadržovat vodu v krajině a vypořádávat se s dopady klimatické změny.
- Samozřejmě jsou s realizací spojeny náklady, optimalizace se dneska dělají velice těžko bez GPS navigace, takže se tím musely traktory vybavit. Od té doby už je dělení pozemků poměrně jednoduché.
- Z hlediska poradenství každý potřebuje jinou úroveň podpory, někdo, kdo je opravdu hodně technicky zdatný a má jasnou představu, tak to zvládne sám, ale většinou jsme tam i my, abychom pomohli věci uvádět na správnou míru, aby s námi mohl zemědělec konzultovat, když něčemu nerozumí, a také odborníkům říct, co je v praxi reálné a co už ne. Někdy v rámci optimalizací vznikne příliš velký podíl těch mimoprodukčních ploch (ETP), což je ekonomicky pro farmu neúnosné, tak se snažíme najít nějaké kompromisní řešení.
- Pro mě optimalizace znamená šetrné a efektivní hospodaření, takže šetrné k půdě, efektivní ve vztahu k tomu, aby to bylo i nadále ekonomické.

Redakčně upravený přepis z videa „Proč optimalizovat půdní bloky?“ - Člověk v tísni Publikováno 15. 10. 2025 (zdroj: <https://youtu.be/PFc4CoV1eHw?si=mbRreUn1ZFYb6efl>).

V rámci evaluace jednotlivých realizací bylo žádoucí vyjádřit i ekonomické dopady. V tomto ohledu však nebyly podniky schopny vyjádřit ekonomické dopady kvůli čítným proměnným v rámci časového horizontu. Mezi hlavní proměnné, které zabrahují snadnému ekonomickému vyčíslení před a po optimalizaci patří zejména sled osevních postupů, rozdílné využití zemědělské techniky (druhy operací, různé záběry ale i různé navigační systémy), návaznost operací v rámci podniku (několik DPB na jednu jízdu), komplexita dlouhodobé kultivace půdy, ale i komplex podmínky počasí a vodního režimu, který má v důsledku výrazný vliv na výnosy v jednotlivých letech.

II.2.6.1 Problematika implementace trajektorií

Při návrhu jezdových trajektorií zemědělské techniky jsou obecně používané nástroje a algoritmy vycházejících z planárního (dvourozměrného) zobrazení půdního bloku, které neuvažují vliv reliéfu. Tento přístup je sice z hlediska výpočetní náročnosti i implementace efektivní, avšak v podmínkách členitějšího terénu vede k nepřesnostem v reálném průběhu jezdů. Na svažitých pozemcích dochází vlivem sklonu k rozdílům mezi projektovanou a skutečnou délkou jezdů, kde dochází k lokálním deformacím rozestupů mezi jednotlivými jízdami.

Tento rozdíl je dán geometrickým vztahem mezi planární projekcí a skutečnou délkou v reliéfu a lze jej vyjádřit vztahem:

$$\Delta = L(\sqrt{1 + s^2} - 1)$$

Kde:

- Δ je rozdíl mezi skutečnou a planární délkou (m),
 L je planární délka jezdů (m),
 s je sklon vyjádřený jako desetinné číslo (např. 10 % = 0,10).

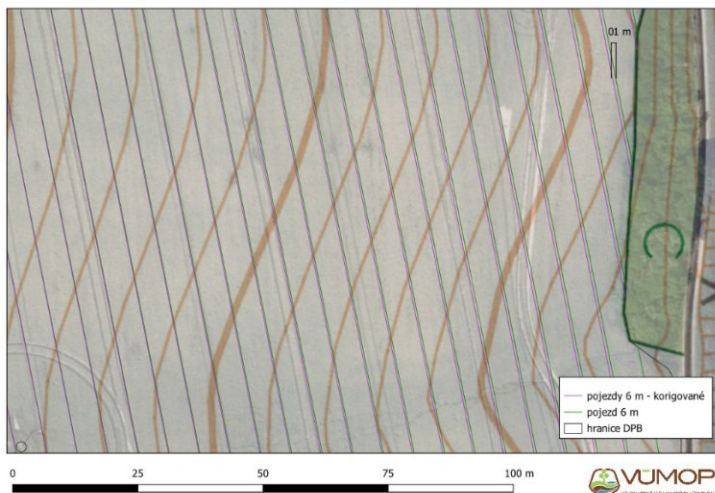
Z uvedeného vztahu vyplývá, že velikost rozdílu roste s délkou jezdů i se sklonem pozemku. Pro ilustraci lze uvést následující příklady, kdy rozdíl mezi planární a skutečnou délkou dosahuje přibližně 1 m:

při sklonu **10 %** vzniká rozdíl 1 m přibližně na délce **200 m**,
při sklonu **6 %** vzniká rozdíl 1 m přibližně na délce **550 m**,
při sklonu **3 %** vzniká rozdíl 1 m přibližně na délce **2 200 m**.

Z praktického hlediska je patrné, že na více svažitých pozemcích dochází k významným odchylkám již na relativně krátkých délkách jezdů, které odpovídají běžným rozměrům DPB. Naopak na mírně svažitých pozemcích se tyto rozdíly projevují až na delších svazích, avšak i zde dochází k jejich postupné kumulaci při opakovaných jezdech.

Tyto odchylky, jež se kumulují v jednotlivých jízdách, se v případě plného přijetí generovaných linií mohou projevovat při operacích s vyššími nároky na přesnost (setí, aplikace vstupů), kde může docházet k překryvům nebo naopak k neobdělávaným pásům. S tímto problémem je nutné počítat i při návrhu optimalizací tvaru zemědělských pozemků, a to vždy individuálně vzhledem ke poměrům reliéfu na lokalitě. Cílem

pro precizní zemědělství by mělo být zohlednění reliéfu v trojrozměrném prostoru, tak aby se co nejvíce redukovaly možné chyby vznikající při návrhu pojezdů, zejména v podmínkách svažitých a erozně ohrožených DPB.



Obrázek 75: Ilustrace problematiky. Na 150 m délky svahu (25 iterací na 6m pojezdu) o sklonu v o cca 10 %, se modelově vytvoří posun přibližně 0,8 m.

II.2.7 Optimalizace půdních bloků jako základ rozvoje robotiky

V souvislosti s rozvojem využití autonomních robotických systémů v polní výrobě narůstá potřeba systémových řešení spojených s jejich reálným uplatněním v praxi. Doposud byl pohled na tyto systémy zaměřen především na hodnocení technických a technologických řešení samotných strojů, dnes již dochází k ověřování jejich praktického využití s ohledem na co nejvyšší ekonomickou návratnost investice samotného stroje a agregovaného nářadí, včetně obsluh v pozicích operátorů.

II.2.7.1 Stávající poznatky z praxe a modelování

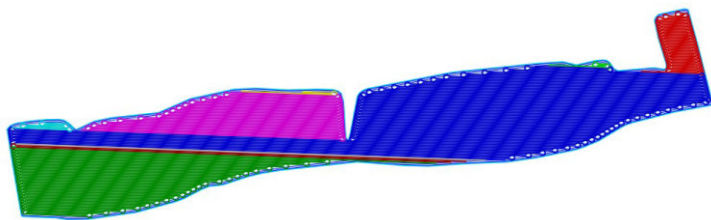
Dosavadní zkušenosti ukazují, že efektivita autonomních souprav není dána pouze jejich plošným výkonem, ale významně ji ovlivňuje prostorové uspořádání DPB. Významné ztráty vznikají zejména při přesunech mezi pozemky, a to jak při krátkých přejezdech pod dohledem obsluhy, tak při přepravě soupravy na větší vzdálenosti (aktuální legislativa neumožňuje autonomní přesun po pozemních komunikacích) pomocí transitzní soupravy, jejichž pořízení představuje další investici. Problematické bývá rovněž zajištění vhodných míst pro nakládku a vykládku souprav.



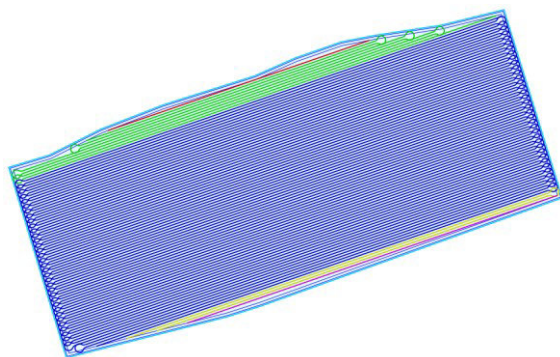
Obrázek 76: Autonomní robotické platformy jsou agregovány se stroji o záběru 3–4 m (foto Brant).

Většina výrobců autonomních robotických platformů dodává se strojem vlastní software pro stanovení linií pracovních jízd. Manager pohybu, plánující pracovní linie soupravy ve vztahu k agregovanému nářadí pracuje nejen s technickými parametry soupravy, ale zohledňuje i bezpečnostní prvky provozu. Standardně je při plánování trajektorií ponechán ochranný pruh od hranice DPB. Tyto ochranné pruhy mohou u složitějších DPB vytvářet problematické tvary zejména ve vztahu ke vnitřním enklávám pozemku jako jsou remízky, solitérní stromy, sloupky elektrického vedení, skruže meliorací apod.

Z hlediska algoritmů pohybu je také nutné stanovit systém práce se souvratěmi, které lze obhospodařovat pomocí robotického systému, nebo individuálně s využitím strojů osazených obsluhou. Každá z možností má své výhody a nevýhody. Zpracování souvratí robotem snižuje plošný výkon, i když je souvrať zpracovávána jako souvislé objem pozemku. Při zpracování robotem totiž vznikají nezpracované plochy, protože souprava s připojeným nářadím **nemůže překročit hranice** stanovené plochy a klasické „couvnutí“ s nářadím za hranici pozemku zde není možné. V zahraničí (např. v Německu a v Maďarsku) se často setkáváme se zpracováním souvratí klasickou soupravou s obsluhou, ale to naráží na vázání pracovníka a při větší vzdálenosti pozemků to je ekonomicky a časově náročné.

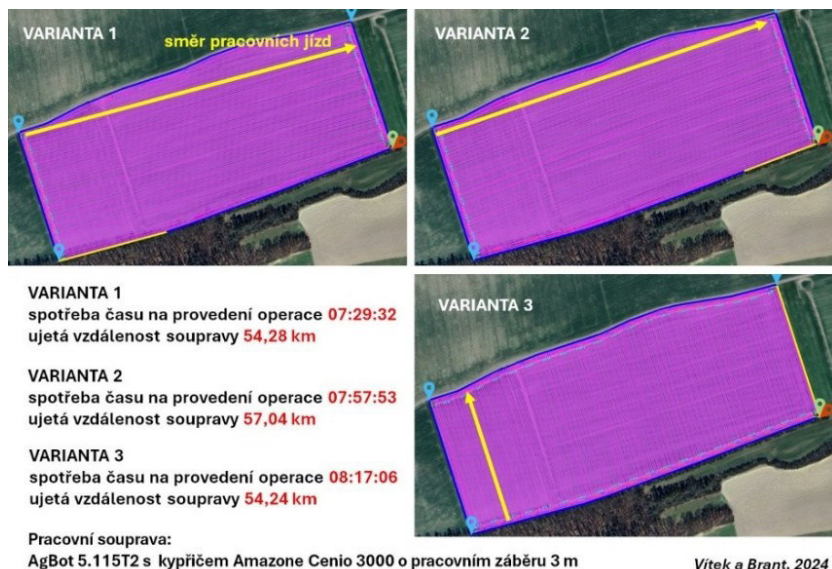


Obrázek 77: Návrh optimalizace trajektorií pohybu pracovní robotické platformy v agregaci se stroji o záběru 3 m na tvarově komplikovaném DPB (Brant et al., 2024a).



Obrázek 78: Tvarově optimální pozemek vykazuje vhodné podmínky pro optimalizaci trajektorií (Brant et al., 2024a).

Na základě stanovených východisek bylo provedeno modelování vlivu tvaru a směru pojezdů na efektivitu navržených pojezdů. Pro ověřování vlivu tvarové optimalizace DPB byla využita autonomní platforma AgBot 5.115T2 agregovaná s talířovým kypřičem Amazone Cenio 3000 o pracovním záběru 3 m.



Obrázek 79: Vliv směru orientace pracovních jízd na spotřebu času pro zpracování pozemku (Brant et al., 2024b).

Modelování potvrdilo, že pravidelnější tvary DPB umožňují efektivnější návrh trajektorií, nižší časovou náročnost pracovních operací a kratší délku jízd. Modelové ověřování dále ukázalo, že i při stejné výměře DPB mohou rozdílné tvary pozemků způsobovat významné rozdíly v délce trajektorií a době zpracování.

Na základě výsledků analýz lze stanovit potřebu optimalizovat tvar DPB nejen z důvodu zjednodušení výpočtových algoritmů manageru pohybu, ale i důvodu zvýšení efektivity práce robota.

II.2.7.2 Požadavky na optimalizaci DPB

Optimalizace DPB pro autonomní prostředky musí řešit nejen samotné produkční plochy, ale i jejich začlenění do krajinného prostoru. Základní požadavky zahrnují:

- propojení DPB umožňující bezpečný přejezd autonomních souprav,
- využití nebo vytvoření vhodných vstupů na pozemky,
- tvorbu pravidelných PP odpovídajícím parametrům techniky,
- vytvoření ETP pro otáčení souprav, přípravu na transport, či jako servisní zóny pro případnou údržbu robotických prostředků,
- respektování pracovních záběrů robotických i konvenčních strojů,
- zajištění průjezdnosti pro konvenční techniku,
- optimalizaci systému souvratí,
- lokalizaci ETP do méně produkčních částí pozemků.

Na základě stanovených principů byl proveden návrh optimalizace pro uplatnění autonomního obhospodařování na pozemcích zemědělské společnosti AGRA Řisuty. Návrh vycházel parametrů autonomní soupravy o pracovním záběru 3 m a postřikovače se záběrem 24 m. Součástí návrhu bylo vytvoření pravidelných PP, vymezení ETP, optimalizace tvaru u vnitřních překážek, vymezení servisní plochy a vytvoření ochranných (bezpečnostních) pásů o šířce 4 m kolem PP.

Výsledky následné analýzy ukázaly, že optimalizace tvaru pozemku pro účel efektivního autonomního hospodaření vede k vymezení ETP v rozsahu 6–14 % výměry DPB, v závislosti na intenzitě optimalizace.

Přenesení jízdy postřikovače na environmentálně-technickou plochu mezi dvěma produkčními plochami. Trajektorie kol postřikovače vede po ETP. Při shodných plodinách na PP lze provést souběžné ošetření obou souvrátí.



Obrázek 80: V rámci optimalizace lze přenést trajektorie jízd postřikovače na ETP (Brant et al., 2024d).

Výraznější optimalizace produkčních ploch spojená s nárůstem ploch environmentálně-technických.

environmentálně-technické plochy



Obrázek 81: Při výraznější optimalizaci tvaru PP ve vztahu k pohybu techniky je nutné počítat s nárůstem výměry ETP (Brant et al., 2024d).

II.3 Optimalizace v kontextu dalšího vývoje

II.3.1 Precizní zemědělství

Na základě dosavadních zkušeností autorského kolektivu a dostupných literárních údajů lze specifikovat význam optimalizace půdních bloků či dílů půdních bloků ve vztahu k uplatnění principů precizního zemědělství:

- Optimalizace DPB zvyšuje časovou a ekonomickou efektivitu pracovních souprav v rámci systémů precizního zemědělství.
- Cílená optimalizace tvarů a dalších parametrů DPB zajišťuje vyšší návratnost investice do technologií precizního zemědělství.
- Vhodná optimalizace DPB umožňuje snížit nároky na technické vybavení a technologické systémy strojů a systémů pro precizní zemědělství na základě zjednodušení pohybu a práce na optimalizovaných pozemcích.
- Optimalizace DPB zajišťuje přesnější modelování pohybu pracovních souprav a vede ke zpřesnění kvantifikace časové a ekonomické efektivity práce.
- Provedení optimalizace DPB v kombinaci s principy precizního zemědělství zvyšuje efektivitu využití půdy a snižuje negativní dopady zemědělské výroby na životní prostředí.

II.3.2 Automatizace a robotizace

Dosavadní literární údaje a výsledky ověřování funkčnosti autonomních robotických pozemních prostředků v polních podmínkách autorským kolektivem lze obecně specifikovat do následujících bodů:

- Využití pozemních autonomních prostředků je plně podmíněno optimalizací DPB.
- V rámci uplatnění autonomních a robotických prostředků je optimalizace DPB spojena se vznikem kompaktních plošných souborů optimalizovaných DPB.
- Z hlediska podpory automatizace a robotizace ve vztahu k využití autonomních prostředků se již nejedná o optimalizace DPB, ale i o systémovou tvorbu doplňujících prvků, jako jsou propojovací koridory mezi pozemky, plochy pro servis techniky a pro systémové doplňování paliva, osiva, hnojiv kapalných látek apod., kdy tyto plochy již musí být koncipovány pro zajištění těchto procesů autonomně.

II.3.3 Směřování legislativy

V ochraně zemědělské půdy je patrný posun od převážně plošných opatření ke kombinaci obecných pravidel a cílených, prostorově diferencovaných přístupů, které lépe zohledňují místní podmínky. Optimalizace dílů půdních bloků umožňuje lépe reagovat na místní podmínky, snižovat erozní riziko a současně zachovat produkční funkci, přičemž současný vývoj směřuje k cílenějším a prostorově diferencovaným přístupům k hospodaření.

- Využití v rámci dotační politiky – zejména prostřednictvím podpor Programu rozvoje venkova, resp. Strategického plánu SZP. Podpora vedoucí k prokazatelnému snížení erozního ohrožení, zlepšení vodního režimu půdy či omezení zhutnění, by mohla být uznatelným opatřením v rámci agroenvironmentálně-klimatických intervencí nebo investičních podpor zaměřených na šetrné hospodaření s půdou.
- Z hlediska národní legislativy je optimalizace dílů půdních bloků perspektivně využitelná jako půdoochranná technologie

individuálně zvolená pro konkrétní pozemek nebo jako součást celofaremního přístupu. V tomto pojetí by mohla být vnímána jako Specifická půdoochranná technologie (Nařízení vlády č. 73/2023 Sb.), která kombinuje organizační, agrotechnická a krajinotvorná opatření přizpůsobená místním podmínkám.

- Současně se nabízí její uplatnění v rámci Plánu opatření podle Vyhlášky o ochraně zemědělské půdy před erozí (240/2021 Sb.) v tzv. aktivním režimu, kdy je po opakované erozní události vyžadováno systematické a dlouhodobé snížení erozního rizika. V těchto případech může optimalizace tvaru a velikosti dílů půdních bloků představovat jedno z klíčových opatření s trvalým účinkem a vysokou kontrolovatelností.

II.3.4 Koncepty ochrany krajiny

Na základě dostupných poznatků a praktických zkušeností lze ETP chápat jako účinný nástroj integrace principů ochrany přírody do intenzivně využívané zemědělské krajiny. Jejich přínos spočívá především v posilování ekologických funkcí území, podpoře biodiverzity a zmírnění negativních dopadů zemědělské činnosti na přírodní složky prostředí. Při vhodném návrhu, prostorovém uspořádání a managementu představují ETP efektivní prostředek k propojení produkčních a ochrannářských požadavků.

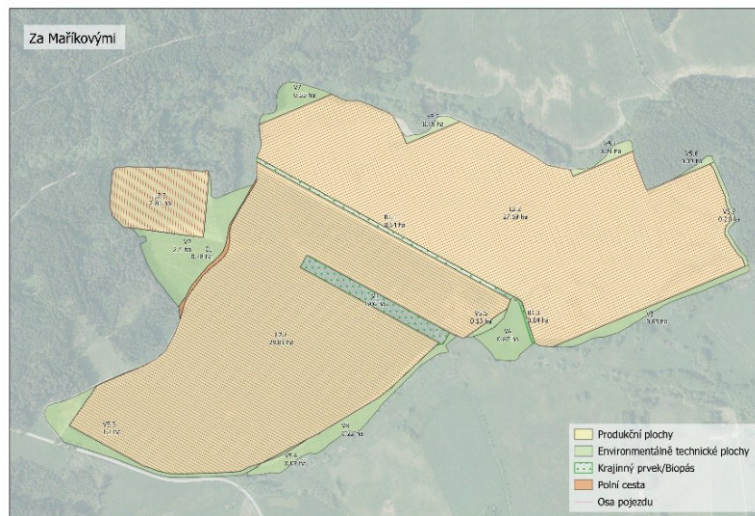
- ETP přispívají ke zvýšení ekologické stability území prostřednictvím omezení degradačních procesů a zvýšení retenční schopnosti krajiny.
- ETP podporují migrační propustnost krajiny a funkci biotopových propojení, čímž doplňují a lokálně nahrazují nedostatečně realizované prvky ekologických sítí (např. ÚSES).
- Z pohledu ochrany klimatu a vodního režimu přispívají ETP k regulaci mikroklimatických podmínek, omezení extrémních výkyvů a zvýšení schopnosti krajiny zadržovat vodu a uhlík v půdě.
- Vhodně navržené ETP omezují negativní vlivy intenzivního hospodaření, zejména fragmentaci stanovišť, degradaci půdy a narušení přirozených ekologických vazeb.
- Z hlediska ochrany biodiverzity umožňují vznik a udržení druhově bohatších rostlinných společenstev, která poskytují potravní zdroje, úkryt a reprodukční prostředí pro řadu druhů živočichů vázaných na zemědělskou krajinu.

- ETP se podílejí na tvorbě a stabilizaci modrozelené infrastruktury krajiny, která je klíčová pro dlouhodobou odolnost území vůči klimatickým extrémům a environmentálním tlakům.
- Z hlediska ochrany krajinného rázu přispívají k obnově prostorové struktury krajiny, zvyšují její estetickou hodnotu a podporují mimoprodukční funkce území včetně rekreačního využití.
- Efektivita přínosů ETP je podmíněna jejich dostatečným plošným zastoupením, vhodným rozmístěním a návazností na další přírodní či přírodě blízké prvky v krajině.

II.4 Katalog modelových příkladů řešení optimalizace

Lokalita Malonty I.

Typ	ID	výměra [ha]	počet linií	celková délka linií [m]	průměrná délka linie [m]	nejdelší délka linie [m]	nejkratší délka linie [m]	Erozní ohroženost současnost	Erozní ohroženost výhled
Produkční plochy	L2.1	29.81	116	49 687	428	626	173	NEO	MEO
Produkční plochy	L2.2	27.69	115	46 149	401	584	173	MEO	MEO
Produkční plochy	L2.3	2.81	35	4 680	134	144	83	NEO	NEO
POLOŽKY: 3		60.31	266	100 516	321	626	83		



QL21020209 – Systém environmentálně-technických optimalizací produkčních parametrů zemědělských pozemků v kontextu udržitelného efektivního hospodářství

0 200 400 m

Praha, 2025
data@vumop.cz



Typ	ID	výměra [ha]
Environmentálně-technické plochy	B1.1	0.53
Environmentálně-technické plochy	B1.2	0.02
Environmentálně-technické plochy	V1	1.06
Environmentálně-technické plochy	V2	2.40
Environmentálně-technické plochy	V3	0.69
Environmentálně-technické plochy	V4	0.87
Environmentálně-technické plochy	V5.1	0.21
Environmentálně-technické plochy	V5.2	0.19
Environmentálně-technické plochy	V5.3	1.10
Environmentálně-technické plochy	V5.4	0.03
Environmentálně-technické plochy	V5.5	0.13
Environmentálně-technické plochy	V5.6	0.09
Environmentálně-technické plochy	V5.7	0.21
Environmentálně-technické plochy	V7	0.55
Environmentálně-technické plochy	V8	1.22
Ostatní plochy	C1	0.18
Ostatní plochy	B1.3	0.04
POLOŽKY: 17		9.53



Ortofotosnímky lokality před a po optimalizaci. Ve spodní části výřezu snímků (Mapy.com – 2020; 2023). Šipkami je zobrazen směr obdělávání.

- násobné otáčení na souvratích → zvýšené riziko eroze a zhutnění půdy, opakované přesevy
- nadměrně široké souvratě; neproduktivní přejezdy

- eliminace ploch s vyšší náročností na otáčení → otáčení na ETP (kolmé na pojezdy); snížení přesevů souvratí
- směr pojezdů změněn na vrstevnicový



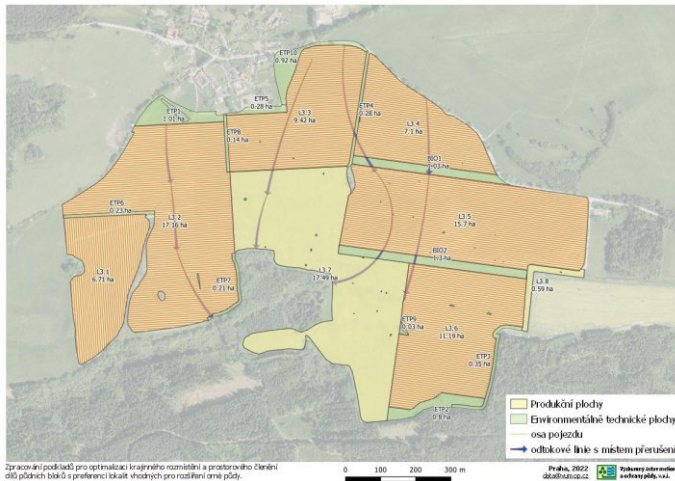
Snímky z terénního šetření (20. 3. 2025). Zatravněný pás plní protierozní funkci a slouží v rámci prostupnosti krajiny (vlevo). Směr obdělávání a umístění zatravněného pásu vzhledem k existujícímu bioprvcu.

Bilance z realizovaného návrhu před a po optimalizaci (hodnoty z GPŽ). K nárůstu celkové výměry došlo prioritním částí pozemku.

Před optimalizací (2022)			Po optimalizaci (2023)		
Plodina	Výměra [ha]	Podíl výměry [%]	Plodina	Výměra [ha]	Podíl výměry [%]
Bob polní	19,9	36,8	Bob polní	25,8	42,5
Tritikale ozimé	9,9	18,3	Pšenice setá ozimá	7,2	11,8
Jetel luční	23,5	43,5	Jetel luční	25,5	42,0
ETP	0,7	1,4	ETP	2,3	3,7
Výměra PP [ha]		Výměra ETP [ha]	Výměra PP [ha]		Výměra ETP [ha]
53,3		0,7	58,5		2,3
Celková výměra [ha]		54,1	Celková výměra [ha]		60,7

Lokalita Malonty II.

Typ	ID	výměra [ha]	počet linií	celková délka linií [m]	průměrná délka linie [m]	nejdelší délka linie [m]	nejkratší délka linie [m]	Erozní ohroženost současnost	Erozní ohroženost výhled
Produkční plochy	L3.1	6.71	48	11 203	233	405	8	MEO	MEO
Produkční plochy	L3.2	17.16	110	28 723	261	483	40	MEO	SEO
Produkční plochy	L3.3	9.42	59	15 706	266	374	81	MEO	SEO
Produkční plochy	L3.4	7.10	50	11 830	237	410	13	MEO	SEO
Produkční plochy	L3.5	15.71	43	26 685	621	696	71	MEO	MEO
Produkční plochy	L3.6	11.19	71	18 639	263	347	66	NEO	MEO
POLOŽKY: 6		67.28	381	112 786	313	696	8		



Typ	ID	výměra [ha]
Environmentálně-technické plochy	BIO1	1.03
Environmentálně-technické plochy	BIO2	1.30
Environmentálně-technické plochy	ETP1	1.01
Environmentálně-technické plochy	ETP2	0.80
Environmentálně-technické plochy	ETP3	0.35
Environmentálně-technické plochy	ETP4	0.28
Environmentálně-technické plochy	ETP5	0.28
Environmentálně-technické plochy	ETP6	0.23
Environmentálně-technické plochy	ETP7	0.21
Environmentálně-technické plochy	ETP8	0.14
Environmentálně-technické plochy	ETP9	0.03
Environmentálně-technické plochy	ETP10	0.92
POLOŽKY: 12		6.58



Ortofotosnímky výseče lokality MAL II. před optimalizací a po (Mapy.com – 2020; 2023). Červenými šipkami zobrazen směr obdělávání. Jedná se o hospodaření na trvalém travním porostu, který byl na základě požadavku zemědělského subjektu rozorán, zelené šipky směřují na umístění realizovaných ETP.

- navržený směr obdělávání po vrstevnicích a kolmo na vzniklé ETP
- ETP slouží k možnosti otáčení zemědělské techniky na travnaté ploše, tak aby došlo k co největšímu omezení vzniku otáček na orné ploše
- jihovýchodní část pozemku ponechána v režimu ETP, kvůli zarovnání pozemku – nutnost vícenásobného otáčení + méně produkční hodnota části pozemku

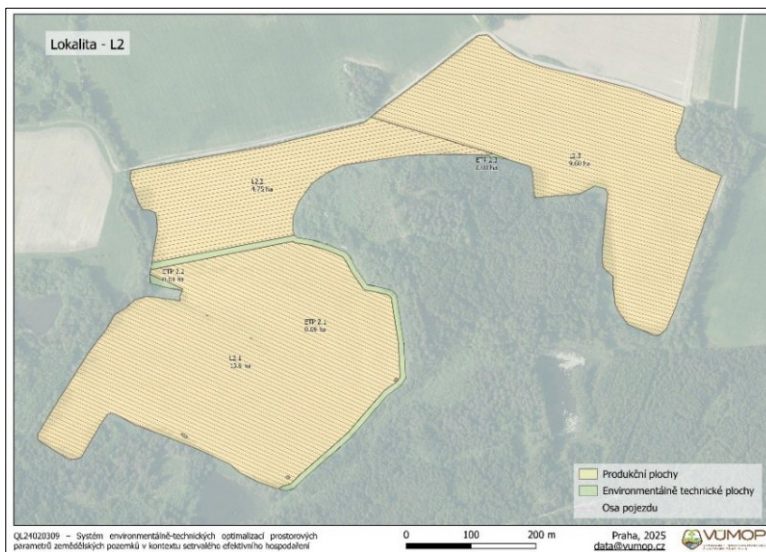


Na obrázku vlevo je DPB lokality MAL II. z roku 2022 a vpravo GPŽ z následujícího roku. Výměry jsou hůře porovnatelné z důvodu rozorání DPB. Ze snímku je patrné, že se po rozorání TTP ponechala část DPB v režimu ETP, z důvodu zarovnání pozemku a možnosti otáčení na ETP. Bilance z realizovaného návrhu před a po optimalizaci (srovnání DPB v režimu TTP a následně vymezení po rozorání – GPŽ).

Před optimalizací (DPB 2022)			Po optimalizaci (GPŽ 2023)		
Plodina	Výměra [ha]	Podíl výměry [%]	Plodina	Výměra [ha]	Podíl výměry [%]
Trvalý travní porost	37,8	100,0	Luskobílná směs bez podsevu	7,2	100,0
	Výměra PP [ha]	Výměra ETP [ha]		Výměra PP [ha]	Výměra ETP [ha]
	37,8	0,0		7,2	0,0
Celková výměra [ha]	37,8		Celková výměra [ha]	7,2	

Lokalita Malonty III.

Typ	ID	výměra [ha]	počet linií	celková délka linií [m]	průměrná délka linie [m]	nejdelší délka linie [m]	nejkratší délka linie [m]
Produkční plochy	L2.1	13.90	78	23 209	298	429	24
Produkční plochy	L2.2	4.75	35	7 911	273	499	20
Produkční plochy	L2.3	9.60	71	15 985	225	538	6
POLOŽKY: 3		28.25	178	47 105	265	538	6



Typ	ID	výměra [ha]
Environmentálně-technické plochy	ETP 2.1.	0.69
Environmentálně-technické plochy	ETP 2.2	0.04
Environmentálně-technické plochy	ETP 2.3	0.00
POLOŽKY: 3		0.73



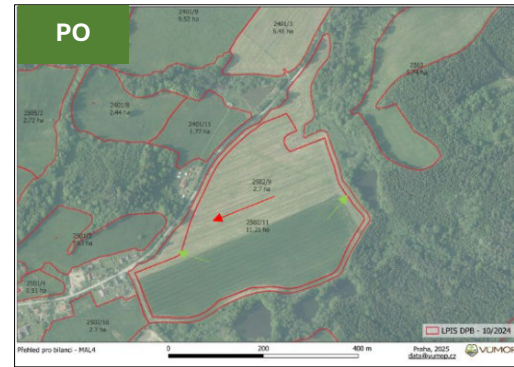
- přenesení otáčení na ETP – eliminace vzniku erozních procesů v důsledku kolejových stop na souvratích

Ortofotosnímky lokality před optimalizací a po (Mapy.com – 2020; 2023). Červenými šipkami je zobrazen směr obdělávání, zelené šipky směřují na umístění realizovaných ETP.

Bilance z realizovaného návrhu před a po optimalizaci (hodnoty z GPŽ).

Před optimalizací (2022)			Po optimalizaci (2023)		
Plodina	Výměra [ha]	Podíl výměry [%]	Plodina	Výměra [ha]	Podíl výměry [%]
Tritikale ozimé	28,3	100,0	Bob polní	24,2	85,6
ETP	0,0	0,0	ETP	4,1	14,4
	Výměra PP [ha]	Výměra ETP [ha]		Výměra PP [ha]	Výměra ETP [ha]
	28,3	0,0		24,2	4,1
Celková výměra [ha]	28,3		Celková výměra [ha]	28,3	

Lokalita Malonty IV.



Stav DPB před a po realizaci návrhu. Severní část pozemku byla rozorána za podmínek ponechání ETP, které mají protierozní účinek. Červenými šipkami zobrazen směr obdělávání po vrstevnicích. Na nerozorané části (ETP) ukazují zelené šipky.

Bilance z realizovaného návrhu před a po optimalizaci (hodnoty z DPB).

Před optimalizací (DPB 1/2023)			Po optimalizaci (DPB 10/2024)		
Plodina	Výměra [ha]	Podíl výměry [%]	Plodina	Výměra [ha]	Podíl výměry [%]
2502/9 - TTP	7,5	53,6	2502/9 - TTP	2,7	19,4
2502/11 - orná	6,5	46,4	2502/11 - orná	11,2	80,6
Výměra PP [ha]		Výměra ETP [ha]	Výměra PP [ha]		Výměra ETP [ha]
6,5			11,2		
Celková výměra [ha]		14,0	Celková výměra [ha]		13,9

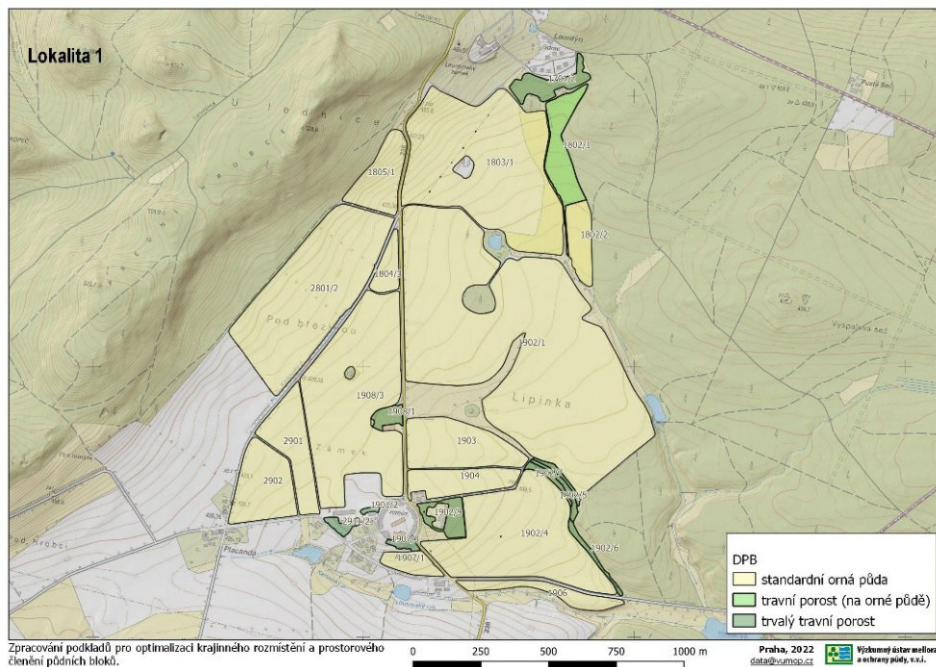


Snímek z terénního šetření 20. 3. 2025 na lokalitě Malonty II. (vlevo) ukazuje vymezení směru pojezdu po vrstevnicích a vytvoření nových ETP na méně produkčních plochách. Na horní straně snímku je patrný sníh, což poukazuje na nižší výnosový potenciál plochy.

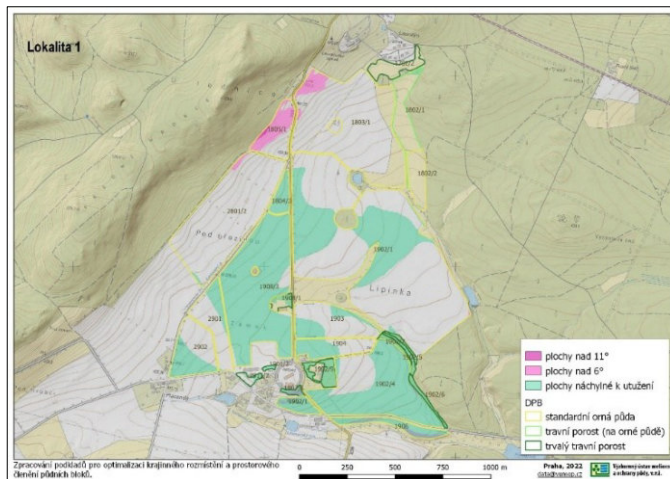
Snímek z terénního šetření 20. 3. 2025 na lokalitě Malonty IV. (vpravo). Obdělávání po vrstevnici a ponechaná ETP kolmo na pojezdy eliminující možnost vzniku kolejových stop, jež by na tomto svahu mohly způsobit preferenční rýhu pro potenciální erozní proces.



Lokalita Karlshof

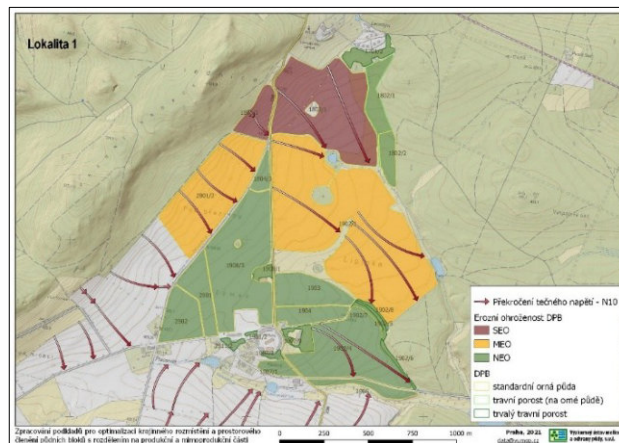


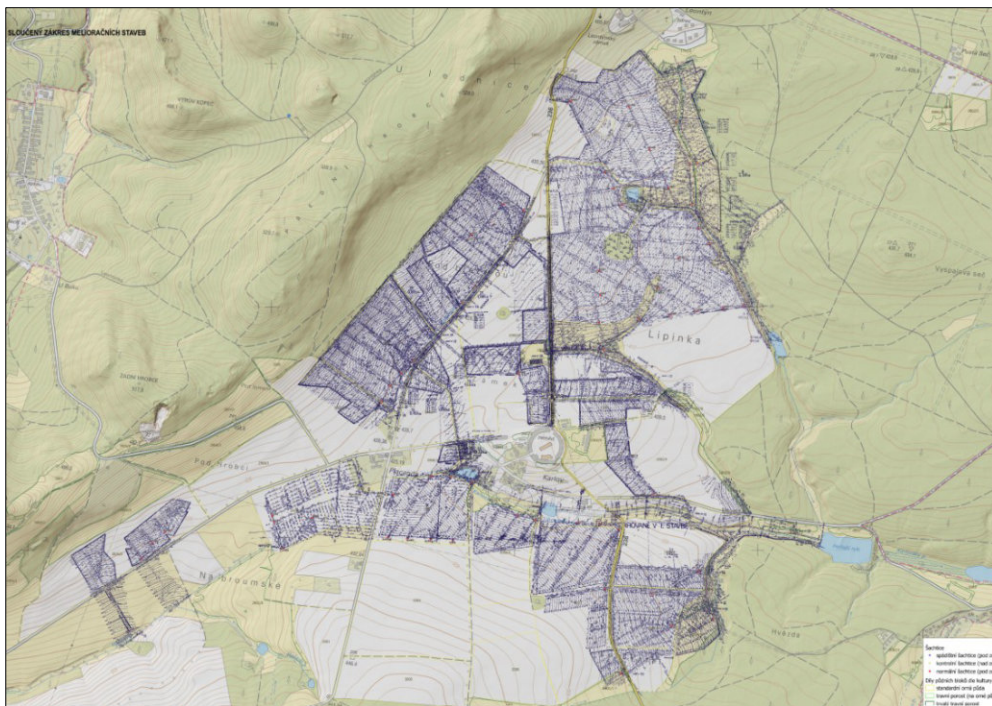
Jedná se o lokalitu ve Středočeském kraji. Mezi důvody optimalizace patří zejména erozní ohroženost, výskyt vysoký výskyt enkláv uvnitř DPB. Nachází se zde podíl náchylných půd a velká část oblasti je meliorovaná.



Z obrázku odtokových poměrů na lokalitě Karlshof (vpravo) je zřejmý 1 DPB, u kterého je překročena přípustná hodnota tečného napětí. V označeném místě je doporučeno přerušit odtok, tak aby nedocházelo k nadměrným erozním procesům. Na DPB je doporučeno zajistit přerušení odtoku například pomocí travních pásů nebo technického prvku.

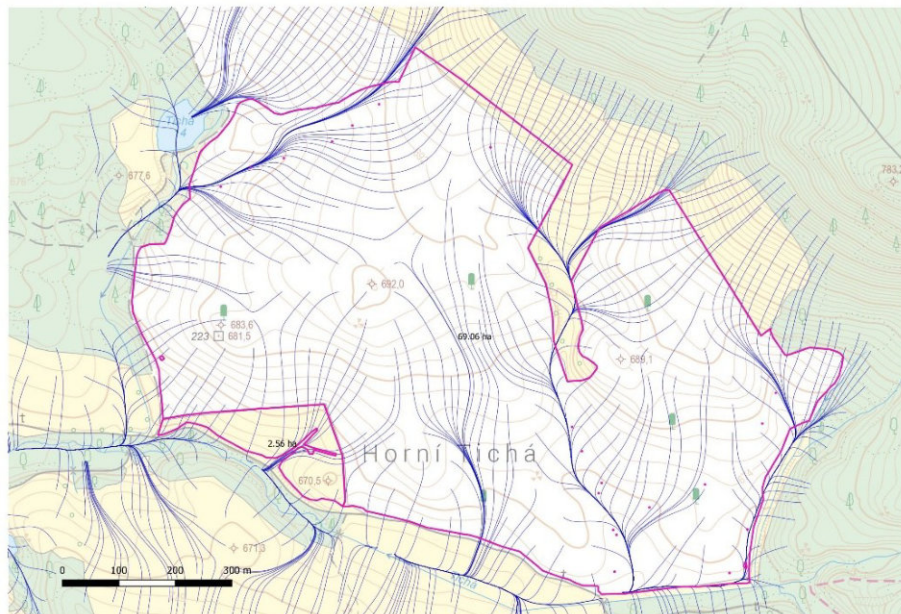
Obrázek ploch s omezenou možností hospodaření na lokalitě Karlshof (vlevo Na plochách náchylných k zhutnění bylo doporučeno optimalizovat pojezdy zemědělské techniky na minimální počet přejezdů, zejména v době, kdy se projevuje zavlhčení půdy. Z hlediska optimalizace tvaru bylo vhodné omezit negativní vliv enkláv.



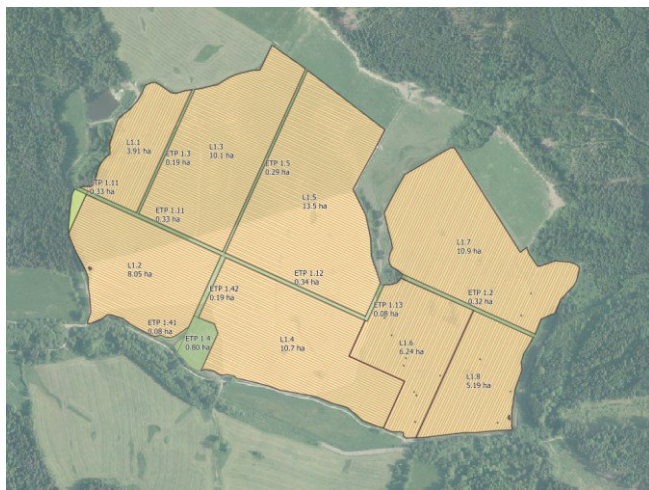


Jedná se o odvodněnou lokalitu. V rámci návrhu byly dohledány archivní mapy melioračních staveb, díky kterým byla následně navržena řešení v problematických lokalitách.

Lokalita Fajmon



Na obrázku je vrstevnicemi a odtokovými liniemi představena výrazná morfologická členitost lokality. Odtokové linie poukazují na variabilní odtokové poměry v území s koncentrací povrchového odtoku do několika směrů.



Na obrázcích jsou znázorněné dvě varianty navržených uspořádání pozemků na lokalitě Fajmon. Na ukázce je představena idea tvorby množství relativně odlišných návrhů, které však mohou být všechny z hlediska efektivity hospodaření a ochrany proti degradaci půdy adekvátní. Rozhodnutí o podobě finálního návrhu je na managementu zemědělského podniku.

Seznam použitých zkratk

BPEJ	Bonitované půdně ekologické jednotky
ČVUT	České vysoké učení technické
ČR	Česká republika
DMT	Digitální model terénu
DMP	Digitální mapování půd
DPB	Díl půdního bloku LPIS
DZES	Standardy dobrého zemědělského a environmentálního stavu (od 1.1.2015)
GPS	Global Positioning System – globální polohový systém
KPP	Komplexní průzkum zemědělských půd
LPIS	Registr půdy pro farmáře (Land Parcel Identification System)
MEO	Mírně ohrožené půdy
MZe	Ministerstvo zemědělství
NEO	Erozně neohrožené půdy
SEO	Silně ohrožené půdy
SPÚ	Státní pozemkový úřad
SZIF	Státní zemědělský intervenční fond
VÚMOP	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i.
ZPF	Zemědělský půdní fond
ÚKZÚZ	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
Cox	Oxidovatelný uhlík je dominantní součástí půdní organické hmoty
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
DIBAVOD	Digitální báze vodohospodářských dat
DSO	Dráhy soustředěného odtoku

III Srovnání novosti přístupů

Současný stav poznání zahrnuje řadu metodik zaměřených na implementaci principů precizního zemědělství, zvýšení efektivity pojezdů zemědělské techniky či dílčí aspekty organizace práce na půdních blocích. Tyto přístupy však zpravidla nepostihují problematiku komplexně, zejména ve vazbě na procesy degradace půdy, erozní ohroženost a specifické podmínky zemědělského hospodaření v České republice.

Dosavadní metodické přístupy v oblasti optimalizace tvaru zemědělských pozemků (zejména Kapička et al., 2017) formulují základní východiska a principy efektivního uspořádání půdních bloků. Tyto přístupy byly v následujících letech postupně ověřovány a rozvíjeny v rámci praktické aplikace na konkrétních zemědělských podnicích, což vedlo k jejich zpřesnění, rozšíření o další aspekty hospodaření a identifikaci opakovatelných postupů využitelných pro zobecnění do systematického metodického rámce. Předkládaná metodika na tomto vývoji navazuje a dále jej rozvíjí směrem k plné praktické využitelnosti v běžné zemědělské praxi, a to prostřednictvím sjednocení postupů, jejich systematizace a doplnění o aplikačně orientované nástroje.

Součástí předkládané metodiky je rovněž systematické zhodnocení environmentálních přínosů navržených opatření, zejména ve vztahu k omezení degradačních procesů půdy, zlepšení vodního režimu a posílení stability zemědělské krajiny.

IV Popis uplatnění metodiky

Metodika poskytuje ucelený rámec pro rozhodování a návrh opatření na úrovni zemědělských podniků, poradenského sektoru i státní správy.

Na základě provedených analýz až 40 % DPB vykazuje potenciál pro optimalizaci tvaru pozemku. U těchto pozemků je možné na základě optimalizace tvaru zvýšit efektivitu hospodaření a současně omezit negativní dopady zemědělské činnosti na půdu a krajinu.

Pro zemědělské podniky metodika představuje konkrétní návod, jak krokově postupovat při optimalizaci tvaru a uspořádání pozemků bez nutnosti investic do nové mechanizace.

Pro zemědělské poradce a odbornou veřejnost metodika představuje systematizovaný souhrn principů a postupů, který umožňuje opakovatelné zpracování návrhů optimalizace v různých územích. Poskytuje jednotný metodický přístup k řešení této problematiky, využitelný jak v projektové činnosti, tak v poradenství či vzdělávání.

Na úrovni státní správy metodika nabízí podklad pro cílené nastavování podpůrných nástrojů a opatření v oblasti ochrany zemědělské půdy. Umožňuje aplikaci individuálního přístupu k řešení erozní ohroženosti a dalších degradačních procesů prostřednictvím konkrétních návrhů optimalizace přizpůsobených místním podmínkám.

V Ekonomické aspekty

Ekonomické aspekty optimalizace DPB vycházejí z kombinace snížení provozních nákladů a eliminace ztrát vznikajících na méně produktivních částech pozemků a omezení degradačních procesů, které mají dlouhodobé negativní dopady na produkční schopnost půdy.

Využitím principů optimalizace a precizního zemědělství dochází ke snížení překryvů pracovních operací, omezení přesevů a přestřiků a ke snížení spotřeby pohonných hmot. Tyto efekty se promítají do úspor na každoročně vynakládaných vstupech v řádu jednotek procent. Současně dochází ke zlepšení organizace práce, vyšší plynulosti operací a snížení časových ztrát při obhospodařování pozemků.

Zásadní předností optimalizace tvaru pozemku je investiční nenáročnost. Ekonomických přínosů lze dosáhnout bez nutnosti pořizování nové mechanizace, a to prostřednictvím optimalizace stávajících pozemků a efektivnějšího využití dostupné techniky.

Další ekonomické přínosy se projevují v dlouhodobém horizontu prostřednictvím ochrany půdního fondu a podpory udržitelného hospodaření. Omezení erozních procesů, zlepšení půdní struktury a vodního režimu přispívají ke stabilizaci výnosů a snižují riziko budoucích nákladů spojených s degradací půdy.

Z pohledu státní správy představuje optimalizace DPB nástroj, který umožňuje efektivní naplňování cílů ochrany zemědělské půdy při zachování produkční funkce krajiny, a to bez nutnosti dodatečné finanční motivace k jejich dodržování. Navrhovaný přístup je založen na přirozené ekonomické motivaci zemědělských podniků, které prostřednictvím optimalizace usilují o snížení provozních nákladů, přičemž současně dochází k naplnění požadavků ochrany půdy a krajiny.

VI Seznam použité a související literatury

Akbarnia, A., & Farhani, F. (2014). Study of fuel consumption in three tillage methods. *Research in Agricultural Engineering*, 60(4), 142–147.

Al-Amin, A. K. M. A., Lowenberg-DeBoer, J., Franklin, K., & Behrendt, K. (2023). Economics of field size and shape for autonomous crop machines. *Precision Agriculture*. <https://doi.org/10.1007/s11119-023-10016-w>

Alletto, L., Coquet, Y., & Roger-Estrade, J. (2010). Two-dimensional spatial variation of soil physical properties in two tillage systems. *Soil Use and Management*. 26, 432–444.

Batey, T. (2009). Soil compaction and soil management – a review. *Soil Use and Management*, 25(4), 335–345. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2009.00236.x>

Batte, M. T., & Ehsani, M. R. (2006). The economics of precision guidance with auto-boom control for farmer-owned agricultural sprayers. *Computers and Electronics in Agriculture*, 53(1), 28–44.

Berisso, F. E., Schjønnning, P., Keller, T., Lamandé, M., Etana, L., de Jonge, W., Iversen, B. V., Arvidsson, J., & Forkman, J. (2012). Persistent effects of subsoil compaction on pore size distribution and gas transport in a loamy soil. *Soil and Tillage Research*. 122, 42–51.

Boardman, J., & Poesen, J. (2006). Soil Erosion in Europe: Major Processes, Causes and Consequences. In *Soil Erosion in Europe* (pp. 477–487). Chichester, UK: John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/0470859202.ch36>

Botta, G. F., Jorajuria, D., Balbuena, R., Ressia, M., Ferrero, C., Rosatto, H., & Tourn, M. (2006). Deep tillage and traffic effects on subsoil compaction and sunflower (*Helianthus annuus* L.) yields. *Soil and Tillage Research*. 91, 164–172.

Brant, V., & Kroulík, M. (2024). Zpracování půdy v pěstebních systémech polních plodin. Praha: Agrární komora ČR.

Brant, V., Chára, J., Kroulík, M., & Pinkas, J. (2024b). Úskalí práce se zonalitou půdního bloku (2). *Agromanuál*, 5, 127–129.

Brant, V., Chára, J., Kroulík, M., & Pinkas, J. (2024a). Úskalí práce se zonalitou půdního bloku (1). *Agromanuál*, 4, 160–161.

Brant, V., Chára, J., Pinkas, J., Lang, J., & Kapička, J. (2026). Kvantifikace výnosnosti půdního bloku. *Agromanuál* [online]. 10. 4. 2026 [cit. 2026-04-30]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/kvantifikace-vynosnosti-pudniho-bloku>

Brant, V., Kapička, J., Lang, J., Kroulík, M., Krček, V., Krutiš, M., & Vítek, P. (2024c). Autonomní robotické prostředky v polní výrobě a krajinný prostor (1). *Agromanuál*, 19(7), 88–90. ISSN: 1801-7673

Brant, V., Kroulík, M., Čech, O., Holec, J., Zábranský, P., & Škeříková, M. (2017b). Mapování bolehlavu plamátého ve středních Čechách. *Úroda*, 65(9), 46–48.

Brant, V., Kroulík, M., Čech, O., Soukup, J., Holec, J., Zábranský, P., & Tyšer, L. (2015a). Bolehlav plamátý – plevel zemědělské a ostatní půdy. *Úroda*, 63(12), 69–72.

Brant, V., Kroulík, M., Kapička, J., Lang, J., Krček, V., Krutiš, M., Vítek, P., & Chára, J. (2024d). Autonomní robotické prostředky v polní výrobě a krajinný prostor (3). *Agromanuál* [online]. 23. 12. 2024 [cit. 2026-04-30]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/precizni-zemedelstvi/autonomni-roboticke-prostredky-v-polni-vyrobe-a-krajiny-prostor-3>

Brant, V., Kroulík, M., Kapička, J., Lang, J., Petrus, D., & Novotný I. (2018a). Půdní blok a jeho parametry ve vztahu k obhospodařování – obecné principy (1), *Agromanuál*, 5, 88–89, ISSN 1801-7673

Brant, V., Kroulík, M., Kapička, J., Lang, J., Petrus, D., & Novotný, I. (2018b). Půdní blok a jeho parametry – hranice půdního bloku a souvrat (2). *Agromanuál*, 8, 94–98.

Brant, V., Kroulík, M., Krček, V., Krása, J., Kapička, J., Hamouz, P., Zábranský, P., Škeříková, M., Škeřík, J., Job, Z., Lang, J., & Petrus, D. (2020). Implementace principů precizního zemědělství do rostlinné výroby. Praha: Kurent.

Brant, V., Kroulík, M., Zábranský, P., Škeříková, M., Krček, V., Nýč, M., & Job, Z. (2017). Variabilita infiltračních procesů ve vztahu ke zpracování půdy. *Úroda*, 65(11), 54–57.

Brant, V., Neckář, K., Venclová, V., & Krump, M. (2008). Vorkommen von *Conium maculatum* L. (Gefleckter Schierling) im Inneren und am Rand von

Ackerflächen in der Tschechischen Republik. *Journal of Plant Diseases and Protection. Special Issue XXI*, 383–386.

Brant, V., Pinkas, J., Fikejs, M., Kroulík, M., & Chára, J. (2025a). Ekonomika píce na základě dat z NIR senzorů (I). *Zemědělec*, 35, 17–19.

Brant, V., Pinkas, J., Fikejs, M., Kroulík, M., Chára, J., & Mistr, M. (2025b). Ekonomika píce na základě dat z NIR senzorů (II). *Zemědělec*, 47, 14.

Brant, V., Žamboch, M., Neckář, K., & Venclová, V. (2006). Einfluss der Ackerrandgesellschaften auf die Verunkrautung der Agrophytozönosen durch *Arctium tomentosum* Mill. (Filzige Klette). *Journal of Plant Diseases and Protection. Special Issue XX*, 605–609.

Brunotte, J. (2013). Bodenschonendes Befahren bei der Silomaisernnte. In *Logistik rund um die Biogasanlage* (pp. 49–73). Darmstadt: KTBL-Schrift 498.

Brunotte, J., & Fröba, N. (2007). Schlaggestaltung – kostensenkend und bodenschonend. Darmstadt: KTBL-Schrift 460.

Cardinali, A., Carletti, P., Nardi, S., & Zanin, G. (2014). Design of riparian buffer strips affects soil quality parameters. *Applied Soil Ecology*, 80, 67–76. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2014.04.003>

Clough, Y., Kirchweiger, S., & Kantelhardt, J. (2020). Field sizes and the future of farmland biodiversity in European landscapes. *Conservation Letters*, 13(6), 1–12.

ČSÚ. (2026). *Průměrné ceny zemědělských výrobků – roční* [online]. [cit. 2026-05-11]. Dostupné z: <https://data.csu.gov.cz/datastat/data/VYBER/CEN0203BT01?vSel=1>

ČVUT. (2019). Katalog opatření pro snižování povodňových škod v zemědělské krajině. <http://storm.fsv.cvut.cz/data/files/STRIMAIL/katalogPBPO.pdf>

Demmel, M., Rothmund, M., Auernhammer, H., Feldmann, J., & Rademacher, T. (2014). Infrastrukturplanung zur Optimierung des Zuckerrübenanbaues in einer Gewanneflur. *Landtechnik*, 59, 36–37.

Dolan, M. S., Dowdy, R. H., Voorhees, W. B., Johnson, J. F., & Bidwell-Schrader, A. M. (1992). Corn phosphorus and potassium uptake in response to soil compaction. *Agronomy Journal*, 84(4), 639–642. <https://doi.org/10.2134/agronj1992.00021962008400040021x>

Dorioz, J. M., Wang, D., Poulénard, J., & Trévisan, D. (2006). The effect of grass buffer strips on phosphorus dynamics-A critical review and synthesis as a basis for application in agricultural landscapes in France. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 117(1), 4–21. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.03.029>

Fahrig, L., Girard, J., Duro, D., Pasher, J., Smith, A., Javorek, S., King, D., Lindsay, K. F., Mitchell, S., & Tischendorf, L. (2015). Farmlands with smaller crop

fields have higher within-field biodiversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 200, 219–234.

Fechner, W. (2014). Einfluss der Hauptbearbeitung auf die Arbeitszeit im Feldbau am Beispiel eines mitteldeutschen Großbetriebes. In 19. *Arbeitswissenschaftliches Kolloquium des VDI-MEG Arbeitskreises Arbeitswissenschaften im Landbau. Bornimer Agrartechnische Berichte. Heft 83.* (pp. 22–34) Potsdam-Bornim. Dresden.

Fischer, C., Tischer, J., Roscher, C., Eisenhauer, N., Ravenek, J., Gleixner, G., Attinger, S., Jensen, B., de Kroon, H., Mommer, L., Scheu, S., & Hildebrandt, A. (2015). Plant species diversity affects infiltration capacity in an experimental grassland through changes in soil properties. *Plant and Soil*, 397(1–2), 1–16. <https://doi.org/10.1007/S11104-014-2373-5>

Haines-Young, R. (2023). Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.2 *Guidance on the Application of the Revised Structure*.

Hamouz, P. (2005). Optimalizace ochrany proti plevelům v závislosti na nerovnoměrnosti jejich výskytu na pozemku. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze.

Hamza, M. A., & Anderson, W. K. (2003). Responses of soil properties and grain yields to deep ripping and gypsum application in a compacted loamy sand soil contrasted with a sandy clay loam soil in Western Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*, 54(3), 273–282. <https://doi.org/10.1071/AR02102>

Handler, F., Blumauer, E., Pezzolla, D., & Josephinum I. F. (2014). Einfluss der Umtriebszeit auf Arbeitszeitbedarf und Kosten der Ernte von Kurzumtriebsflächen. In 19. *Arbeitswissenschaftliches. 96. Kolloquium des VDI-MEG Arbeitskreises Arbeitswissenschaften im Landbau. Bornimer Agrartechnische Berichte. Heft 83.* (pp. 158–169) Potsdam-Bornim. Dresden.

Hekrlé, M., Liberalesso, T., Macháč, J., & Matos Silva, C. (2023). The economic value of green roofs: A case study using different cost–benefit analysis approaches. *Journal of Cleaner Production*, 413, 137531. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137531>

Hörbe, T. A. N., Amado, T. J. C., Ferreira, A. O., & Alba, P. J. (2013). Optimization of corn plant population according to management zones in Southern Brazil, *Precision Agriculture*, 14(4), 450–465.

Horn, R., van den Akker, J. J. H., & Arvidsson, J. (2000). Subsoil Compaction: Distribution, Processes and Consequences. Reiskirchen. Germany. Catena Verlag.

Hůla, J., Procházková, B., Kovaříček, P., Dovrtěl, J., Abraham, Z., Neudert, L., Hartman, I., Mayer, V., & Vlášková, M. (2004). Minimalizační a půdoochranné technologie. Praha: VÚZT, v. v. i.

Chyba, J. (2013). Vliv technologie řízeného pohybu strojů po pozemcích na fyzikální vlastnosti půdy a výnosy plodin. Disertační práce, ČZU Praha

Ishaq, M., Ibrahim, M., Hassan, A., Saeed, M., & Lal, R. (2001). Subsoil compaction effects on crops in Punjab, Pakistan: II. Root growth and nutrient uptake of wheat and sorghum. *Soil & Tillage Research*, 60(3–4), 153–161. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(01\)00177-5](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(01)00177-5)

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. Praha: ČZU, Fakulta životního prostředí.

Janinhoff, A. (2000). Einbußen durch Vorgewende und Randstreifen minimieren. *Landwirtschaftliches Wochenblatt*, 38, 12–15.

Jumbo, R. B., Ekemube, R. A., & Atta, A. T. (2025). Predicting the effect of tillage on fuel consumption. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 27(2), 116–133.

Kapička, J., Brant, V., Lang, J., Petrus, D., Kroulík, M., & Novotný, I. (2017). Metodický postup pro optimalizaci velikosti zemědělských pozemků, VÚMOP

Kapička, J., Brant, V., Meierová, T., & Trávníček, J. (2023). Tvorba a obhospodařování environmentálně-technických ploch v kontextu principů precizního zemědělství.

Karásek P., Kučera J., & Pochop M. (2023). The effect of grass strips on soil retention and erosion reduction in agricultural landscape. In Fialová, J. (Ed.), *Public recreation and landscape protection – with environment hand in hand?* (pp. 290–294). Brno. doi: 10.11118/978-80-7509-904-4-0290

Kharel, T. P., Ashworth, A. J., Shew, A., Popp, M. P. & Owens, P. R. (2020). Tractor guidance improves production efficiency by reducing overlaps and gaps. *Agricultural & Environmental Letters*, 5(1), e20012. DOI: 10.1002/ael2.20012.

Kienzle, J., Ashburner, J.E., & Sims, B. G. (2013). *Mechanization for Rural Development: A review of patterns and progress from around the world*. Plant production and protection division, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Kistler, M., Brandhuber, R., & Maier, H. (2013). Wirksamkeit von Erosionsschutzmaßnahmen. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. Freising–Weihenstephan

Köhne, M. (2001). Leitlinien für Betriebsentwicklungen. *Neue Landwirtschaft*, 1, 16–18.

Kováříček, P. (2008). Hnojení a ochrana rostlin. In Syrový, O. (Ed.), *Úspory energie v technologiích rostlinné výroby* (pp. 64–77). Praha: VÚZT, v. v. i.

Kováříček, P., Abraham, Z., Hůla, J., & Vlášková, M. (2005). *Strojní linky pro hnojení*. Praha: VÚZT, v. v. i.

Kožíšek, F., Paul, J., Zvěřinová, I., Jeligová, H., & Ščasný, M. (2024). Certifikovaná metodika: Výpočet uhlíkové stopy. Praha: Státní zdravotní ústav. [online]. [cit. 2026-04-14]. Dostupné z:

https://agronavigator.cz/sites/default/files/users/user312/16-01-2024/2024-1-17/2024-22-1/cert.%20metodika%20vypocet%20uhlikov%C3%A9%20stopy%20final_2.pdf

Kristoffersen, A. Ø., & Riley, H. (2005). Effects of soil compaction and moisture regime on the root and shoot growth and phosphorus uptake of barley plants growing on soils with varying phosphorus status. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 72, 135–146. <https://doi.org/10.1007/s10705-005-0240-8>

Kroulík, M., & Brant, V. (2024). Organizace přejezdů po pozemcích. *Agromanuál*, 9–10, 86–89.

Kroulík, M., Brant, V., Zábranský, P., & Škeříková, M. (2016). Implementace navigačních technologií a aplikací s podporou GPS. Praha: Agrární komora ČR.

Kroulík, M., Chyba, J., & Brant, V. (2015). CTF a omezení nežádoucího zhutňování půdy. *Mechanizace zemědělství*, 65, 66–68.

Landers, A. (2000). Farm machinery, selection, investment and management. *Farmin gpress*, United Kingdom.

Le Bissonnais, Y., Lecomte, V., & Cerdan, O. (2004). Grass strip effects on runoff and soil loss. *Agronomie*, 24(3), 129–136. <https://doi.org/10.1051/agro:2004010>

Lorenz, F., & Münchhoff, K. (2015). Teilflächen bewirtschaften. Schritt für Schritt. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.

Lowenberg-DeBoer, J. (1998). Economics of variable rate planting for corn. West Lafayette: Department of Agricultural Economics, Purdue University. Staff Paper No. 98-2.

Macháč, J., & Brabec, J. (2018). Assessment of Disproportionate Costs According to the WFD: Comparison of Applications of two Approaches in the Catchment of the Stanovice Reservoir (Czech Republic). *Water Resources Management*, 32(4), 1453–1466. <https://doi.org/10.1007/s11269-017-1879-z>

Macháč, J., Nobilis, L., Zaňková, L., Matějka, J., Dubová, L., Hekrlé, M., & Maňhal, J. (2020). Metodika ocenění externalit produkce biomasy a zahrnutí jejich vlivů do regulace rozvoje OZE. Ústí nad Labem: Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku (IEEP). Dostupné z: https://www.ieep.cz/metodika_externality_2020/

Macháč, J., Trantinová, M., & Zaňková, L. (2021). Externalities in agriculture: How to include their monetary value in decision-making? *International Journal of Environmental Science and Technology*, 18(1), 3–20. <https://doi.org/10.1007/s13762-020-02752-7>

MEA. (2005). *Assessment: Ecosystems and human well-being*.

MŽP ČR. (2026). *Náklady obvyklých opatření MŽP*. <https://mzp.gov.cz/cz/agenda/prehled-dotaci/naklady-obvyklych-opatreni>

Nařízení vlády č. 307/2014 Sb., o stanovení podrobností evidence využití půdy podle užívatelských vztahů, ve znění pozdějších předpisů. (2014). Sbírka zákonů České republiky, částka 124.

Nařízení vlády č. 73/2023 Sb., o stanovení pravidel podmíněnosti plateb zemědělcům. (2023). Sbírka zákonů České republiky, částka 43.

Nielsen, R. L. (1995). Site Specific Seeding Rates for Corn. Agronomy Department, Purdue University, West Lafayette, IN 47907-1150, Purdue Pest Management & Crop Production Newsletter (5/5/95).

Norberto, M., Sillero, N., Coimbra, J., & Cunha, M. (2023). Filling the maize yield gap based on precision agriculture – A MaxEnt approach. *Computers and Electronics in Agriculture*, 211, 107970.

Nørremark, M., Nilsson, R. S., & Sørensen, C. A. G. (2022). In-Field Route Planning Optimisation and Performance Indicators of Grain Harvest Operations. *Agronomy*, 12(5), 1151. <https://doi.org/10.3390/agronomy12051151>

Podhrázká, J. et al. (2024). Ochrana zemědělské půdy před erozí. Metodika 2024. Praha: VÚMOP, v. v. i. ISBN: 978-80-7212-668-2

Pruski, F. F., & Nearing, M. A. (2002). Climate-induced changes in erosion during the 21st century for eight U.S. locations. *Water Resources Research*, 38(12), 11–34. <https://doi.org/10.1029/2001WR000493>

Pupin, B., Freddi, O. A. S., & Nahas, E. (2009). Microbial alterations of the soil influenced by induced compaction. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33(6), 1207–1213. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000500014>

Sapkota, S., Ghimire, R., & Angadi, S. V. (2024). Regulation of surface and sub-surface soil organic carbon sequestration in water-limited landscapes with integration of circular perennial grass buffer strips. *Applied Soil Ecology*, 202, 105551. <https://doi.org/10.1016/J.APSOIL.2024.105551>

Saqib, M., Akhtar, J., & Qureshi, R. H. (2004). Pot study on wheat growth in saline and waterlogged compacted soil: I. Grain yield and yield components. *Soil & Tillage Research*, 77(2), 169–177.

Seufert, H. (1995). Kostensparende Lösungen für Stallanlagen. In *Ergebnisse landwirtschaftlicher Forschung*, 22, 69–94. Justus-Liebig-Universität Gießen.

Silva, S. R., Barros, N. F., Costa, L. M. A., & Leite, F. P. S. (2008). Soil compaction and eucalyptus growth in response to forwarder traffic intensity and load. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32(3), 921–932. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000300002>

Slavíková, L., Vojáček, O., Macháč, J., Hekrlé, M., & Ansorge, L. (2015). Metodika k aplikaci výjimek z důvodu nákladové nepřiměřenosti opatření k dosahování dobrého stavu vodních útvarů. Výzkumný ústav vodohospodářský TG Masaryka, v. v. i.

Sotomayor-Ramírez, D., Martínez, G. A., Ramírez-Ávila, J., Más, E., Ortega-Achury, S., Ortiz, F., Camacho, J., & Bermúdez, J. (2008). Effectiveness of grass filter strips for runoff nutrient and sediment reduction in dairy sludge-amended pastures. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 92(1–2), 1–14. <https://doi.org/10.46429/JAUPR.V92I1-2.2617>

Stajnkó, D., Lakota, M., Vučajnk, F., & Berník, R. (2009). Effects of different tillage systems on fuel savings and reduction of CO₂ emissions in production of silage corn in Eastern Slovenia. *Polish Journal of Environmental Studies*, 18(4), 711–716.

Strudley, M. W., Green, T. R., & Ascough, J. C. (2008). Tillage effects on soil hydraulic properties in space and time: state of the science. *Soil & Tillage Research*, 99, 4–48.

Šarūnaitė, L., Arlauskienė, A., & Jablonskytė-Raščė, D. (2024). Effect of plant edges strips on the conservation soil properties in modern farming field. *PLOS ONE*, 19(4), e0299104. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0299104>

TEEB. (2010). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity Ecological and Economic Foundations*.

Trantinová, M., & Peterková, J. (2016). *Ekonomické souvislosti dopadů klimatické změny na zemědělské hospodaření*. UZEI: Technická zpráva z projektu AdaptaN. https://www.adaptan.net/uploads/vystupy/5_Ekonomicke_analyzy/Ekonomicke_souvislosti_dopadu_na_zem_hospodareni.pdf

UZEI (2026). Náklady a výnosy vybraných rostlinných a živočišných výrobků. Dostupné z: <https://www.uzei.cz/publikacni-cinnost/databaze/nakladovost-zemedelskych-vyrobků>

Vale, S. S., Smith, H. G., Davies-Colley, R. J., Dymond, J. R., Hughes, A. O., Haddadchi, A., & Phillips, C. J. (2023). The influence of erosion sources on

sediment-related water quality attributes. *Science of The Total Environment*, 860, 160452. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160452>

Van den Berg, M. M., Hengsdijk, H., Wolf, J., Van Ittersum, M. K., Guanghuo, W., & Roetter, R. P. (2007). The impact of increasing farm size and mechanization on rural income and rice production in Zhejiang province, China. *Agricultural Systems*, 94(3), 841–850.

Van Oost, K., Govers, G., & Desmet, P. (2000). Evaluating the effects of changes in landscape structure on soil erosion by water and tillage. *Landscape Ecology*, 15(6), 577–589. <https://doi.org/10.1023/A:1008198215674>

Van Rompaey, A., Verstraeten, G., Van Oost, K., Govers, G., & Poesen, J. (2001). Modelling mean annual sediment yield using a distributed approach. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26(11), 1221–1236. <https://doi.org/10.1002/esp.275>

Verstraeten, G., Van Oost, K., Van Rompaey, A., Poesen, J., & Govers, G. (2002). Evaluating an integrated approach to catchment management to reduce soil loss and sediment pollution through modelling. *Soil Use and Management*, 18(4), 386–394. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2002.tb00257.x>

Vopravil, J., Heřmanovská, D., Khel, T., Duffek, P., Veselý, A., Petera, M., Erbeková, J., & Šumová, J. (2020). Vymezení zemědělských půd podle potenciálu k utužení pro potřeby nastavení dotační podpory ze strany MZe. Praha: VÚMOP.

Vopravil, J., Khel, T., Vrabcová, T., Novák, P., Novotný, I., Hladík, J., Vašků, Z., Jacko, K., Rožnovský, J., Janeček, M., Vácha, R., Pivcová, J., Kvítek, T., Fučík, P., Čermák, P., Janků, J., Pírková, I., Papaj, V., & Banýrová, J. (2010). Půda a její hodnocení v ČR díl I (2. vyd.). Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i.

VÚŽV. (2018). FarmProfit [online]. [cit. 2026-05-11]. Dostupné z: <https://farmprofit.vuzv.cz/default.html>

Vyhláška č. 240/2021 Sb., o ochraně zemědělské půdy před erozí. (2021). Sbírka zákonů České republiky, částka 100.

Wagner, P. (2001). Gewannebewirtschaftung – Kosten und Nutzen. In *KTBL Sonderveröffentlichung 034 – Gewannebewirtschaftung* (pp. 30–41). Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. Darmstadt.

Williams, A., Davis, A. S., Jilling, A., Grandy, A. S., Koide, R. T., Mortensen, D. A., Smith R. G., Snapp, S. S., Spokas, K. A., Yannarell, A. C., & Jordan, N. R. (2017). Reconciling opposing soil processes in row-crop agroecosystems via soil functional zone management. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 236, 99–107.

Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. (1992). Sbírka zákonů České republiky, částka 28/1992.

Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích. (1997). Sbírka zákonů České republiky, částka 3/1997.

Zákon č. 252/1997 Sb., o zemědělství. (1997). Sbírka zákonů České republiky, částka 85/1997.

Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu. (1992). Sbírka zákonů České republiky, částka 68/1992.

Zhang, X., Li, P., Bin Li, Z., & Qiang Yu, G. (2024). Effects of grass strips distribution on soil erosion and its optimal configuration on hillslopes. *CATENA*, 238, 107882. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2024.107882>

ZSČR. (2023). *Zemědělci měli nadprůměrný rok, letos bude následovat propad* [online]. [cit. 2026-05-11]. Dostupné z: <https://www.zschr.cz/clanek/zemedelci-meli-nadprumerny-rok-letos-bude-nasledovat-propad-7369>

VII Seznam publikací, které předcházely metodice

Brant, V., & Chára, J. (2025). Setí do nezpracované půdy v podmínkách ČR – očekávání, přínosy a rizika (1). *Agromanuál*, 2025 (1), 117–118. ISSN 1801-7673.

Brant, V., & Chára, J. (2025). Setí do nezpracované půdy v podmínkách ČR – očekávání, přínosy a rizika (2). *Agromanuál*, 2025 (2), 106–107. ISSN 1801-7673.

Brant, V., & Chára, J. (2025). Setí do nezpracované půdy v podmínkách ČR – Jarní plodiny (4). *Agromanuál*, 2025 (4), 138–141. ISSN 1801-7673.

Brant, V., & Lang, J. (2025). Regionální variabilita dílů půdních bloků ve vztahu k obhospodařování (1). *Agromanuál*, 2025 (9–10), 118–119. ISSN 1801-7673.

Kapíčka, J., Brant, V., Lang, J., Petrus, D., Kroulík, M., & Novotný, I. (2017). Metodický postup pro optimalizaci velikosti zemědělských pozemků, VÚMOP, dostupné z: http://kalkulacka.vumop.cz/docs/Metodika_Kapicka_Brant_Optimalizace_publicace.pdf

Kapíčka, J., Brant, V., Meierová, T., & Trávníček, J. (2023). Tvorba a obhospodařování environmentálně-technických ploch v kontextu principů precizního zemědělství.

Kapíčka, J., Brant, V., Trávníček, J., Lang, J., Kroulík, M., Brezáni, A., Váňová, V., & Beitlerová, H. (2021). Zpracování podkladů pro optimalizaci krajinného rozmístění a prostorového členění půdních bloků s rozdělením na produkční a mimoprodukční části. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. <https://knihovna.vumop.cz/files/2768>

Název metodiky

Optimalizace vnitřního uspořádání půdních bloků

Autorský kolektiv

Ing. Jan Lang, Mgr. Věra Kolbabová, Ing. Josef Kučera, Ph.D., Mgr. Václav Vít¹

doc. Ing. Václav Brant, Ph.D., doc. Ing. Milan Kroulík, Ph.D.,

Ing. Pavel Procházka, Ph.D.²

prof. Dr. Ing. Tomáš Dostál, Ing. Barbora Jáchymová, Ph.D.,

Ing. Miroslav Bauer, Ph.D.³

Ing. Jan Macháč, Ph.D., Ing. Lenka Zaňková, Ph.D., Ing. Marek Hekrlé, Ph.D.⁴

Ing. Jiří Kapička⁵

¹ Výzkumný ústav monitoringu a ochrany půdy, v. v. i.

² Česká zemědělská univerzita v Praze

³ České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební

⁴ Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem

⁵ Nezávislý konzultant

Editor	Mgr. Václav Vít
Rok vydání	2026
Vydal	1. vydání
Grafická úprava	Mgr. Daniel Žížala, Ph.D.
Rozsah	220 stran
Náklad	100 ks
ISBN	978-80-88664-34-5

Doporučené citace metodiky

Lang, J. & Brant, V. a kol. (2026). Optimalizace vnitřního uspořádání půdních bloků. Certifikovaná metodika. VÚMOP, v.v.i, Praha 2026, ISBN: 978-80-88664-34-5

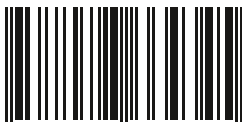
Lang, J., Brant, V., Dostál, T., Macháč, J., Kolbabová, V., Kroulík, M., Kučera, J., Jáchymová, B., Vít, V., Bauer, M., Kapička, J., Hekrlé, M., Procházka, P., Zaňková, L. (2026). Optimalizace vnitřního uspořádání půdních bloků. Certifikovaná metodika. VÚMOP, v.v.i, Praha 2026, ISBN: 978-80-88664-34-5



Optimalizace vnitřního uspořádání půdních bloků

Cílem metodiky je komplexně popsat problematiku optimalizace vnitřního uspořádání dílů půdních bloků v kontextu současných požadavků na zemědělské hospodaření. Metodika vymezuje základní principy a pojmy související s optimalizací, vysvětluje její význam a stanovuje cíle, kterých má být dosaženo. Primární ideou je vnitřní zonace dílu půdního bloku na produkční a environmentálně-technické plochy, která vede ke zvýšení efektivity hospodaření a současně k omezení degradačních procesů půdy a posílení environmentálních funkcí krajiny.

ISBN 978-80-88664-34-5



9 788088 664345