

PRACOVNÍ STUDIE



PRINCIPY DESIGNU KRAJINNÝCH STRUKTUR NA ORNÉ PŮDĚ

PARTNEŘI

bel eco



FINANCOVÁNÍ



Spolufinancováno
Evropskou unií

Ministerstvo životního prostředí



AGRISTRUKTURE **LIFE**

Principy designu krajinných struktur na orné půdě

(Pracovní studie)

Autor: Vojtěch Kotecký¹, Petr Kavka²

1. Centrum pro otázky životního prostředí Univerzity Karlovy
2. ČVUT v Praze – Fakulta stavební, katedra vodního hospodářství krajiny

Prosinec 2025

© Fotografie na titulní straně: Pavel Marhoul

Vytvořeno v rámci projektu Agristruktura LIFE (LIFE23-CCA-CZ-Agristruktura LIFE).

Vytvořeno s podporou Evropské unie s příspěvím Ministerstva životního prostředí ČR. Nemusí vyjadřovat stanoviska Evropské unie, CINEA ani MŽP. Evropská unie, CINEA ani MŽP nezodpovídá za obsah tohoto dokumentu.



**Spolufinancováno
Evropskou unií**

Ministerstvo životního prostředí

Seznam zkratk

AEKO	Agroenvironmentálně-klimatická opatření
ČSN	Česká státní norma
ČZU	Česká zemědělská univerzita v Praze
DZES	Standardy dobrého zemědělského a environmentálního stavu
HPV	Hladina podzemní vody
IPCC	Mezivládní panel pro změny klimatu
ÚSES	Územní systém ekologické stability

OBSAH

1. Úvod	1
2. Vliv změn klimatu na krajinu	3
2.1. Vliv na biodiverzitu	3
2.2. Vliv na hydrologický režim	4
2.3. Vliv na erozní riziko	6
3. Strategie a potřeby krajinných struktur	8
3.1. Konektivita pro populace	8
3.2. Biotopy a zdroje pro organismy	12
3.3. Vodohospodářská opatření v ploše povodí	17
3.4. Snížení rizika eroze	19
4. Metody designu krajinných struktur	25
4.1. Řešení otevřenými biotopy	25
4.2. Řešení heterogenitou v prostoru a čase	30
4.3. Řešení druhovou skladbou	44
4.4. Řešení umístěním a orientací	47
4.5. Řešení kombinacemi opatření	49
4.6. Řešení hodnocením dopadu na hydrologický režim a erozi	51
5. Související problémy	52
5.1. Spontánní a historické struktury	52
5.2. Krajinné struktury jako riziko	58
6. Shrnutí	60
7. English summary	63
8. Prameny	66

1. Úvod

Krajinné struktury mohou být důležitým příspěvkem k adaptaci na změny klimatu. Pomohou chránit ornou půdu před rizikem zvýšené eroze, podpořit retenci vody a posílit resilienci biodiverzity. Aby ale skutečně efektivně přispívaly, musí naplnit dvě podmínky: musí být aplikovatelné a účinné.

Potřebujeme tedy za prvé krajinné struktury designovat tak, aby se potkávaly s provozními a ekonomickými potřebami farem. Bez toho bude pro zemědělce obtížné a nepříjemné je do polních krajin zavádět – a sebelépe konstruované opatření samozřejmě nemá praktický význam, pokud se nebude aplikovat.

Přítom za druhé musí skutečně účinně přispívat k přípravě půdy, hydrologického režimu, biodiverzity a krajiny na měnící se klima. Špatně navržená opatření sice pravděpodobně přispějí k adaptaci na změny klimatu – ale málo. Efektivní provedení často závisí na detailních nuancích designu.

Účelem této analýzy je shrnout tuto druhou podmínku: parametry, které by měl naplňovat design krajinných struktur orientovaný na adaptaci na změny klimatu. Přítom postupně prověřuje adaptační potřeby, strategický přístup k efektivnímu designu a konkrétní metody.

Krajinné struktury jsou ovšem široká kategorie, jež zahrnuje heterogenní spektrum opatření a prvků v zemědělské krajině. Patrně při sebelepší vůli nejde stanovit univerzální kritéria, podle kterých by šlo designovat remízky i tůně, trvalá stromořadí a dočasné biopásy. Ambicí této analýzy není popisovat přesné designové nuance každé potenciální struktury, nýbrž shrnout koncepční pravidla, jimiž se rozhodování o designu potřebuje řídit.

Pravděpodobně ani není realistické, aby každý typ krajinné struktury efektivně přispíval ke každému rozměru adaptace: chránil půdu, zadržoval vodu a podporoval konektivitu biodiverzity. Prioritizace mezi účely – a potažmo výběr, kterou dílčí strukturu či jaký konkrétní design v daném případě použít – patrně bude vycházet z místních potřeb a podmínek každé farmy.

Razantně se ovšem liší charakter relevantních kritérií, a tudíž rozhodování o designu, které se jimi řídí. Ochrana před některými riziky má víceméně univerzální povahu. Především protierozní opatření řídí omezený počet fyzikálních faktorů. Nutně se do nich promítají lokální poměry půd, georeliéfu nebo hydrologické sítě, od nichž se musí odvíjet konkrétní konstrukce. Nicméně elementární principy působí všude prakticky stejně. Proto jsou systematicky zpracované

a standardizované formálními metodikami, se kterými lze v Česku rutinně pracovat a používat je při designování konkrétních projektů.

Naopak biodiverzita se skládá z množství extrémně heterogenních nároků dílčích organismů. Účinná adaptace bioty na změny klimatu tudíž vyžaduje nabídnout rozmanité spektrum řešení, často i protichůdných. Proto zde největší pozornost věnujeme roli krajinných struktur při adaptaci biodiverzity na změny klimatu.

Praktické rozhodování, jak výsledky použít při designování, by ovšem mělo brát na vědomí limity v relevanci dostupných dat. V evropských zemích během uplynulých asi čtyř až pěti desetiletí vzniklo značné množství výzkumu, který měřil účinky různých krajinných struktur. Výsledky z jiných států pravděpodobně platí také v Česku: fyzikální faktory mají víceméně univerzální charakter a složení bioty je velmi podobné. Potenciálně se ale liší obvyklé provedení krajinných struktur. Triviální příčinou jsou rozdílná pravidla agrienvironmentálních intervencí: osevní směs pro biopás v jedné zemi může mít podstatně jiné složení než v zemi jiné. Mohou se ovšem také rozcházet tradice v hospodaření s krajinou. Ilustrativním příkladem jsou remízky. Velká část výzkumu remízků pochází z Velké Británie; britské remízky (*hedges*) ovšem podléhají podstatně intenzivnějšímu managementu než střeoevropské, bývají obvykle nižší, užší, univerzálněji lineární a více dominované keři. A naopak, část výzkumu směřuje převážně keřové remízky se stromovými větrolamy. Proto může být nezbytné brát výsledky s jistou rezervou.

A konečně, krajinné struktury jsou přitom pouze jeden, dílčí rozměr adaptace fauny na změny klimatu. Účinná strategie bude vícerozměrný přístup, který pracuje také s agrotechnickými postupy nebo správou okolní krajiny.¹ Přestože se diskuse zde zaměřuje na design krajinných struktur, k jejich větší účinnosti přispěje také jejich efektivní včlenění do dalších řešení.

2. Vliv změn klimatu na krajinu

Pro porozumění roli krajinných struktur při adaptaci je důležité, s jakými dopady změn klimatu je potřeba v krajině počítat a připravovat se na ně.

2.1. Vliv na biodiverzitu

Jak změny klimatu dopadnou na biodiverzitu?

Především chaotickým posunem podmínek. Druhy se musí přestěhovat tam, kam se přesunou vhodné klimatické podmínky: v principu směrem k pólům a/nebo do vyšších poloh. Obecný trend tomu rámcově odpovídá.² Nuance reálné ekologické změny ovšem často budou podstatně komplexnější. Areál každého druhu je patrně asociovaný s určitým rozpětím hodnot jednoho či více bioklimatických parametrů. Rozhodující proměnnou většinou není průměrná roční teplota. Pro řadu druhů může být důležitější například půdní vlhkost nebo kritické teplotní hodnoty v konkrétních fázích vegetační sezóny. Rozpětí bioklimatických parametrů nezbytných pro přežití a reprodukci druhu utváří takzvanou klimatickou obálku, v níž se vyskytuje.³ Kalkulace přitom často pracují s více než 10 různými parametry.⁴

Model klimatických obálek je ovšem silným zjednodušením ekologické reality.^{3,5} Nejenže by musel pracovat s dostatečně malým prostorovým rozlišením, aby uvažoval s heterogenitou topografických poměrů a mikroklimatu – jinak modelování například v horách podceňuje adaptabilitu, kterou zde zvyšuje rozmanitost terénu, a naopak ji přeceňuje v monotónních rovinách.⁶ Rovněž konkrétní kritické hodnoty bioklimatických parametrů se mohou měnit s lokálními podmínkami: reliéfem terénu, půdním substrátem, ne/přítomností vodních útvarů aj. Řada druhů také k životu potřebuje jiné druhy – například coby zdroj potravy nebo mikroklimatických poměrů – a environmentální tolerance prvních nutně vyplývá také z klimatických obálek druhých. A konečně model pracuje s předpokladem, že druhy jsou fixní: nekalkuluje s možností behaviorální, fyziologické nebo evoluční adaptability, protože ji nelze snadno predikovat.

Nicméně pro adaptační potřeby je důležité, že si změny klimatu vynutí posun areálů jednotlivých druhů (který bude záviset na bioklimatických parametrech, lokálních podmínkách a interakcích s jinými druhy). K adaptaci biodiverzity na změny klimatu lze v principu použít tři přístupy: rezistenci (aktivně intervenovat do ekosystému tak, aby se fyzicky zabránilo změnám), resilienci (umožnit změny tak, aby si ekosystém udržel biodiverzitu a funkce v odlišné konfiguraci)

a transformaci (prakticky rezignovat na adaptaci).⁴ Pro běžnou zemědělskou krajinu bude nutné se soustředit na resilienci, která v posledku závisí především na schopnosti populací rychle se přizpůsobovat pozměněným podmínkám a pružně se posouvat krajinou. Klíčovým přístupem ke zvyšování resilience je podpořit disperzi organismů.

2.2. Vliv na hydrologický režim

Změny klimatu ve středoevropských podmínkách vyvolají změnu srážkového režimu i evapotranspirace. Oba fenomény budou mít významné vlivy na hydrologický režim v zemědělské krajině.

Extrémní srážky

S oteplováním atmosféry roste její schopnost zadržet vodní páru, což vede k intenzifikaci krátkodobých srážkových extrémů. IPCC pro Evropu hodnotí nárůst intenzity silných srážek jako pravděpodobný a se zvyšujícím se oteplením očekává další zesílení tohoto signálu.⁷ V českých podmínkách jsou z hlediska zemědělské krajiny kritické zejména bouřkové epizody, které způsobují povrchový odtok a přívalové povodně. Zároveň se jedná o erozně účinné události. S oteplením vzniká také riziko zvýšeného podílu zimních odtoků způsobených rostoucími srážkami v kapalně fázi a zvýšení zimních odtoků při silnějším nasycení půdy.⁸

Dopady na hydrologický režim se typicky projeví (i) zvýšením intenzity odtoku (růstem kulminačních průtoků a zkrácením délky epizody), (ii) vyšším rizikem eroze a zanášením koryt i nádrží sedimenty, (iii) krátkodobým zhoršením kvality vody v důsledku plošného smyvu (živiny, jemné částice, pesticidy) a (iv) snížením dlouhodobé schopnosti zadržet vodu v půdním profilu.

Extremita sucha

Riziko sucha v podmínkách změny klimatu roste nejen kvůli možnému deficitu srážek, ale velmi výrazně kvůli vyšším teplotám a růstu potenciální evapotranspirace. To znamená, že i při podobných úhrnech srážek může být půdní vlhkost a dostupná voda pro rostliny (včetně zemědělských plodin) častěji snižena. Tento mechanismus se promítá do delších epizod půdního (zemědělského) sucha a do častějších nízkých průtoků.^{9,10}

Pro zemědělskou krajinu má sucho navazující efekty: (i) vodní stres plodin a pokles produkce, (ii) pokles základního odtoku a vysychání drobných toků, (iii) prohřívání povrchových vod a zhoršení

kvality vody v nízkých stavech, (iv) zvýšené riziko větrné eroze při nízké půdní vlhkosti a slabém vegetačním krytu.⁹

Stav drobných vodních toků

Drobné vodní toky (zejména toky nižších řádů a horní části povodí) jsou citlivé na kombinaci zvýšeného výparu způsobeného oteplením, změn v sezónnosti srážek a změn v dlouhodobé retenční kapacitě krajiny. Dopadem je pak snížení odtoku, případně zvětšení počtu nestálých vodních toků, změny teplotního režimu ve vodách, a tím snížení množství dostupného kyslíku.

Z ekologického hlediska je vysychání kritické, protože vede k fragmentaci vodního prostředí, ztrátě biotopů a poklesu samočisticí schopnosti toků. V suchých epizodách se navíc může významně uplatnit vliv odběrů podzemních a povrchových vod.

Stav zemědělské krajiny

Historické plošné odvodnění (meliorace) bylo navrženo primárně pro zvětšení produkčních ploch a stability úrovně hladiny podzemní vody (HPV). Zásadní dopad na HPV mají meliorace především na začátku vegetační sezóny v jarních měsících, kdy je hladina kvůli drenážním systémům snížena na jejich úroveň. Dojde tak ke snížení dostupnosti vody v půdě v navazující jarní a letní růstové fázi rostlin. V případě suché půdy, kdy HPV již nedosahuje úrovně drenážních systémů, není dopad drenážních systémů na hydrologický režim krajiny tak výrazný. V případě bouřkových (konvektivních) extrémních srážek, které mají potenciál vytvořit povrchový odtok, je vliv drenážních systémů rovněž nižší, protože voda částečně odteče povrchově nebo je zachycena v půdním profilu a neinfiltuje až k drenážnímu systému.

Dopady na mokřadní společenstva

Mokřady jsou citlivé na změny hydroperiod a na pokles dostupnosti vody v letní části roku. V podmínkách oteplování a častějšího sucha může docházet k vysychání mělkých mokřadů, k posunům vegetace a k degradaci stanovišť pro specializované druhy. Současně mokřady představují klíčový prvek adaptace: tlumí povodňové vlny, zvyšují retenci vody v krajině a podporují ekologické funkce, které jsou v době extrémů zvláště významné.¹¹

Proto bude důležité rozlišovat, zda literatura popisuje mokřady jako (i) recipient dopadů (zranitelnost a prahové hodnoty vyschnutí), nebo (ii) adaptační opatření (retence, filtrace živin,

mikroklimatický efekt), a v obou případech sbírat informace o klíčových designových parametrech (hloubka, plocha, napojení na podzemní vodu, management).

Stav malých vodních nádrží a rybníků

Rybníky, které tvoří významnou část heterogenity zemědělské krajiny, jsou citlivé na kombinaci vyšších teplot, delších období bez přítoků a rostoucího přísunu živin z povodí během intenzivních srážek. Oteplování vody snižuje rozpustnost kyslíku a zrychluje biochemické procesy, což zvyšuje riziko kyslíkových deficitů, přemnožení sinic a dalších projevů eutrofizace. V suchých letech klesá objem vody, prodlužuje se doba zdržení a roste koncentrace živin; v povodňových epizodách naopak může docházet k nárazovému přísunu splavenin a fosforu z eroze a plošného smyvu.

Rybníky mají v obdobích sucha pozitivní vliv na mikroklima díky zvýšenému výparu z vodní hladiny. Negativem tohoto faktu je pak natolik zvýšený výpar, že dochází k dalšímu snížení dostupné vody v navazujících vodních tocích.

2.3. Vliv na erozní riziko

Změna klimatu se do erozních procesů promítá především přes změny srážek a vody v půdě. Změny v distribuci srážek (délka trvání, četnost a velikost úhrnů), jež souvisejí s klimatickými změnami, jsou klíčové z pohledu vodní i větrné eroze. V případě vodní eroze je klíčový vznik povrchového (plošného i soustředěného) odtoku, který způsobuje odnos částic (viz kapitola 2.2).

Změny klimatu a zvýšená extremita intenzivních srážek mají také dopad na utužení povrchu vlivem kinetické energie deště, což se dále propisuje do snížení infiltračních schopností půd.

V praxi to znamená kombinaci několika mechanismů:

- Častější a intenzivnější přívalové srážky zvyšují kinetickou energii dopadu kapek a rychle generují povrchový odtok (vyšší erozní účinnost srážek) a podporují vznik povrchové krusty.
- Delší suché epizody a vyšší teploty v mezidobí mezi intenzivními dešti podporují tvorbu půdních krust, snížení infiltrace a vznik povrchového odtoku při první intenzivní srážce.
- Úbytek půdní organické hmoty způsobuje zhoršení půdní struktury, a tak zvyšuje její erodovatelnost; naopak zlepšení struktury a agregátové stability je jeden z hlavních cílů půdoochranných technologií.

- Posuny v osevních postupech (například častější výskyt holé půdy v kritických obdobích) zvyšují expozici půdy vůči erozně nebezpečným srážkám, proto jedním z prostředků ochrany půdy je využití meziplodin či ochranných plodin.

Větrná eroze typicky roste v podmínkách déletrvajícího sucha, nízké vlhkosti povrchu a nedostatečného krytu půdy.

3. Strategie a potřeby krajinných struktur

Jak designovat krajinné struktury, aby účinně přispěly k adaptaci na změny klimatu? Účinný design přirozeně závisí na tom, jaké změny jsou pro adaptaci potřebné.

3.1. Konektivita pro populace

Aby při změnách klimatu mohly pružně migrovat, populace potřebují mít kam a kudy se přesunout: tedy dostatek biotopů a vysokou konektivitu. Pokud budou prozatím neosídlené biotopy nepřístupné ze stávajícího výskytu druhu, populace je nedokážou kolonizovat, a tudíž se ani posouvat. Krajina musí být prostupná.

K prostupnosti krajiny pro organismy se konvenčně předpokládají disperzní koridory: liniové biotopy, které propojují dva bloky přírodních ekosystémů a slouží k pohybu mezi nimi. Nemusí být tolik kvalitní jako jádrové bloky, protože účelem není, aby je organismy nastálo kolonizovaly, nýbrž se po nich pouze přesouvaly. Nevytvářejí biotop *per se*, nýbrž zvětšují efektivní velikost dvou nebo více dílčích biotopů tím, že je propojují v jeden propojený systém. V principu je lze použít také pro adaptaci na změny klimatu.

Jak přesně disperzi podporovat? Správná prioritizace adaptačních řešení by vyžadovala, abychom dostatečně přesně predikovali tři různé modelované proměnné: scénáře budoucích emisí, reakci klimatického systému a odpověď bioty.¹² Ale výstupy budou nutně hrubější, než bychom potřebovali pro praktické rozhodování.¹² Ani při sebelepším modelování se také nedá vyhnout tomu, že první proměnnou (velikost budoucích emisí) nutně řídí politické a ekonomické procesy, a tudíž není předvídatelná. Proto dává větší smysl designovat dostatečně rozmanitou síť ploch a plošek s dílčími topografickými a půdními atributy: tedy se metaforicky soustředit na ochranu arény spíše než konkrétních hráčů.¹²

Nejen dostatek, ale také konektivitu biotopů lze zvýšit především vyšší hustotou. V ekologii se při uvažování o roli malých biotopových plošek (jako jsou krajinné struktury v polních ekosystémech) pracuje s konceptem tzv. nášlapných kamenů.¹³ Pokud se populace má pohybovat krajinou, potřebuje – podobně jako člověk, který přechází potok – dostatečně husté body v podobě vhodných biotopů, které může obývat a metaforicky přeskakovat z jednoho na druhý. Proto plošek musí být hodně a dostatečně blízko od sebe. Na rozdíl od cestičky přes potok ale nemusí tvořit řadu: stejně dobře poslouží náhodné rozložení, popřípadě systém shluků.

Fyzické koridory v krajině mohou být důležité už jenom proto, že jsou prvkem v ekosystému. Organismy je rutinně používají v běžném životě. Motýli, čmeláci, netopýři nebo lesní ptáci často v zemědělské krajině létají podél liniových struktur, které používají k orientaci.¹⁴ Protože tento vzorec pohybu má reálný vliv na účinnost opylování¹⁵, linie mohou být přínosné pro genetický kontakt mezi dílčími mikropopulacemi. Lesní můry používají solitérní stromy, především duby, v remízcích jako nášlapné kameny, po nichž se pohybují krajinou.¹⁶ Empirické studie také ukazují, že některé druhy patrně opravdu využívají koridory ke kolonizaci nových biotopů.¹⁷ Dřeviny, jejichž semena rozšiřují živočichové, jako líska obecná (*Corylus avellana*), hlohy (*Crataegus* spp.), brslen obecný (*Euonymus europaeus*) nebo dub letní (*Quercus robur*), bývají častější v krajinách více propojených sítí remízků.¹⁸ Nemusí to ovšem platit vždy. Kanály tvoří síť, a proto z podstaty věci propojují krajinu.¹⁹ Přímá konektivita kanálů přesto nemá žádný měřitelný vliv na složení společenstev akvatických bezobratlých a rostlin.²⁰

Platí ale pro adaptaci populací na změny klimatu totéž jako pro rutinní pohyb krajinou? K tomu prozatím chybí dostatečná data. Klimatické změny například probíhají poměrně pozvolna; k účinné reakci proto populacím může postačovat pomalejší posun, než jakým obvykle kolonizují nové lokality. Pomalejší posun by mohl mít menší nároky na explicitní propojení.

Ovšem konektivita nemusí nezbytně vyžadovat fyzické propojení.²¹ Koncept biotopových ostrůvků propojených sítí koridorů není úplně biologicky realistický ze tří důvodů. Za prvé, konkrétně při adaptaci agrární krajiny je potřeba s konceptem disperzních koridorů pracovat kreativně. Nejde v ní o propojení separátních přírodních ekosystémů oddělených nehostinnou krajinou: v tomto případě agrární krajina je sama ekosystémem, který se skládá z dílčích biotopových plošek.

Za druhé, aby síť sloužila svému účelu, muselo by vlastně jít o několik přes sebe naskládaných sítí různých biotopů. Pokud mezi dvěma lesy vede pás hustých křovin, pravděpodobně bude reálně podporovat disperzi lesních organismů.^{22,23} Kdyby však vedl mezi dvěma loukami, pro řadu lučních druhů může být stejně nehostinný jako polní monokultura. Luční organismy žijí na loukách, nikoli v křovinách. Mezi loukami by patrně musel vést koridor tvořený luční vegetací – který ovšem nebude sloužit k migraci lesních či mokřadních organismů. K řešení kombinujícím různé ekologické potřeby lze směřovat (viz kapitoly 4.2 a 4.5), nicméně praktické možnosti vytvářet takové metasítě jsou nutně omezené.

A konečně: řada organismů se nepřesunuje po zemi, nýbrž létá – velká většina nadzemního hmyzu, ptáci, semena rostlin, spory. Koridory jsou kriticky důležité například pro velké savce, kteří potřebují překonat umělé bariéry, například dálniční a železniční tahy.²⁴ Pro většinu populací

ovšem fatální bariérou v krajině není nedostatek míst, po kterých by se mohly přesouvat: chybí jim biotopy, kam by se mohly přesouvat. Nepotřebují nezbytně, aby přes pole vedl nepřerušovaný koridor, nýbrž aby dostatečně blízko na druhé straně polí opět našly vhodný biotop.

Neznamená to, že by fyzicky propojené koridory byly bezcenné. Pro řadu populací (typicky nelétavé zemní či arboreální živočichy, zoochorní rostliny nebo půdní faunu) skutečně mohou být důležité.²⁵ Nejsou však nezbytnou podmínkou.

Často pravděpodobně není rozhodující konektivita mezi dílčími biotopy, nýbrž mezi metapopulacemi, jež obývají lokální systémy biotopů. Kritická není migrace od remízku k remízku. Prostupnost především záleží na tom, zda dostatečně blízko krajiny s dostatečnou hustotou remízků, kterou metapopulace obývá, byla jiná krajina s dostatečně hustými remízky, do níž se může přesunout. V posledku tudíž klíčovým kritériem patrně bude: nachází se v krajině dostatek farem s dostatečně hustými soustavami dílčích biotopů?

Jak husté musí být biotopy, aby zajišťovaly dostatečně konektivní systém? Nutně záleží na konkrétní skupině organismů a také na konkrétním zdroji, který jim plocha má poskytovat (viz kapitola 3.2). Schopnost ptačího druhu překonávat nehostinné prostředí se nutně liší od jiných ptačích druhů, nota bene od blanokřídlého hmyzu, měkkýšů či myrmekochorních rostlin. Konkrétních, empiricky testovaných výsledků je málo, a navíc jen pro dílčí skupiny nebo zdroje:

- Starší výsledky například naznačují, že minimální doporučená vzdálenost mezi zdroji potravy pro řadu granivorních druhů ptáků by mohla činit asi jeden kilometr.²²
- K soustavnému zvyšování ptačích populací dojde, pokud 47 % výměry farem s rostlinnou výrobou v krajině dosáhlo v průměru 7,4 % pokrytí půdy opatřeními cílenými na podporu ptáků.²⁶ Potřeba výměry klesá na 29 %, pokud na dalších 30 % krajiny farmy dosahují průměrného pokrytí 2,3 %.²⁶
- Koroptve polní (*Perdix perdix*) reintrodukované ve Švýcarsku se koncentrovaly v krajinných segmentech s nejvyšším podílem biopásů a remízků, který zde činil necelých 6 % zemědělské půdy.²⁷
- Při vyčlenění 0,5 % půdních bloků osetých ozimou pro neoseté plošky stoupá reprodukční produktivita skřivanů polních (*Alauda arvensis*) o 50 %.²⁸
- Druhová rozmanitost ptáků dosahuje maxima, když hustota remízků činí zhruba 8–12 km na km² zemědělské krajiny.²⁹

- Přibližně 2 % kvetoucího travinobylinného biotopu či kvetoucí směsi (biopásů či analogických opatření) a kolem 1 % remízků by na orné půdě mělo postačovat k zajištění potravních zdrojů pro klíčové druhy opylovačů.³⁰

Na věc je ale také možné se dívat ryze pragmaticky. Potřeby různých skupin organismů se liší a většinou je neznáme. Beztak ultimátním kritériem, které rozhodne o hustotě krajinných struktur, většinou pravděpodobně nebude poptávka (ekologické potřeby struktur), nýbrž nabídka (ochota farem struktury zavádět). Proto v reálném životě efektivní implementace více závisí na zvyšování ochoty farem než na přesné znalosti ekologických potřeb.

Konektivita pro které druhy?

Dodatečnou komplikací je, jakou biodiverzitu potřebujeme v krajině podporovat. Při testování agroenvironmentálních opatření se nejčastěji měří přínos pro druhové bohatství a/nebo abundanci cílové skupiny. Rozumně se předpokládá, že čím více druhů (a čím více jedinců) opatření podporuje, tím je účinnější. Pokročilejší studie se snaží o multi-taxonová měření, která totéž sledují u více, často značně odlišných skupin.^{31,32,33}

Přesto mohou být zavádějící. Možná si všechny druhy nejsou rovny, ale některé jsou si rovnější. Šlo by očekávat, že ve schopnosti překonávat krajinu potřebují podpořit především ty, které se v ní vyskytují řidčeji. Tedy více specializované na specifické biotopy či vzácnější zdroje. Většinu celkové biodiverzity tvoří právě ony. V principu by s rostoucí druhovou rozmanitostí mohl růst i počet podpořených specialistů. Ale nemusí tomu tak být. Dílčí testování naznačují, že v evropských zemědělských krajinách je záporný vztah mezi druhovým bohatstvím a specializací ptáků.³⁴ Patrně proto, že specialisté se v nárocích na prostředí scházejí jen s relativně malým počtem dalších druhů. Pokud jediným kritériem pro výběr krajinných struktur bude, aby každá sama o sobě podporovala vysokou rozmanitost generalistů, může vzniknout celkově relativně chudá krajina – protože v ní bude chybět celé spektrum specialistů.

3.2. Biotopy a zdroje pro organismy

Pro agrotechnický design krajinných struktur je důležité, co mají organismům poskytovat. Triviální odpověď by zněla: vhodný biotop. Formálně je správná, ale prakticky zavádějí.

Biotop je prostor, kde organismy nacházejí zdroje, jež potřebují k životu. Zdroje jsou různé povahy a nemusí se (a často ani nemohou) nacházet na jednom místě. Krajinné struktury tudíž samy o sobě nepodporují biodiverzitu: podporují ji dílčí zdroje a krajinné struktury jsou nástrojem, jak potřebné zdroje vytvořit.

Organismy proto ultimátně potřebují krajinné struktury designované tak, aby nabídly plnou škálu nezbytných zdrojů. Potřebu rozmanitých zdrojů lze ilustrovat na čtyřech příkladech: potřebách jedné dílčí skupiny organismů (opylovači), charakteru jednoho dílčího zdroje (potrava granivorních ptáků), jedním zdrojem utvářeným charakterem krajiny (bezpečí) a zdrojích nabízených jedním dílčím typem krajinných struktur (remízky).

Zdroje pro opylovače

Pro opylovače je nezbytné, aby krajinné struktury poskytovaly široké spektrum zdrojů.³⁵ Klíčové jsou především čtyři kategorie:

- **Kvetoucí rostliny**

Opylovači potřebují dostupné květy (coby zdroj nektaru a pylu) v průběhu celé sezóny, přičemž důležitá je abundance i diverzita kvetoucích rostlin.³⁶ Rozmanitost opylovačů má pozitivní vztah s druhovou rozmanitostí rostlin.^{36,37,38,39} K tomu jsou nezbytné (i) relevantní otevřené i dřevinné biotopy, dále vhodná skladba rostlin, jež nabídne spektrum druhů (ii) kvetoucích od předjaří do časného podzimu (viz kapitola 4.3 včetně Tab. 4) i (iii) dostupných různým skupinám opylovačů (otevřená a snadno přístupná květenství, květy s hlubokým okvětím pro hmyz s dlouhým jazykem) (viz kapitola 4.3) a (iv) správný management, který průběžné kvetení umožní (viz kapitola 4.2).

- **Potrava z dalších zdrojů**

Především larvy některých opylovačů se neživí pylem ani nektarem. Motýli například vyžadují specifické živné rostliny, na něž samice snáší vejčka a jimiž se živí housenky. Larvy asi 15 % evropských pestřenek žijí v tlejícím dřevě starých či mrtvých stromů.³⁶ Pro dospělé některých druhů jsou důležité mízní výtoky na stromech.

- **Reprodukční zdroje**

Řada druhů samotářských včel klade vajíčka do nor, které vyhrabávají v obnažené půdě či písečných stěnách. Jiné druhy staví hnízda z bláta, a proto potřebují přístup k vlhké půdě. Larvy některých pestřenek se vyvíjejí v dendrotelmách (otevřených stromových dutinách naplněných dešťovou vodou), malých tůních a podobných biotopech s vlhkou, rozkládající se organickou hmotou. Čmeláci staví hnízda v opuštěných norách drobných zemních savců nebo v travních drnech.

- **Úkryt**

Hmyz – včetně opylovačů – potřebuje v krajině najít úkryty, kde může odpočívat, hibernovat přes zimu nebo přečkávat epizody studeného, deštivého, větrného či extrémně horkého počasí.

Potrava pro granivorní ptáky

Krajinné struktury v zemědělské krajině jsou důležitým biotopem pro řadu druhů granivorních ptáků: především hrabavé (koroptev polní, bažant obecný *Phasianus colchicus*, křepelka polní *Coturnix coturnix*), měkkozobé (zejména hrdlička divoká *Streptopelia turtur* a holub hřivnáč *Columba palumbus*) a řadu pěvců (skřivan polní, konopka obecná *Linaria cannabina*, chocholouš obecný *Galerida cristata*, vrabec polní *Passer montanus*, pěnkava obecná *Fringilla coelebs*, zvonohlík zahradní *Serinus serinus*, stehlík obecný *Carduelis carduelis*, zvonek zelený *Carduelis chloris*, strnad obecný *Emberiza citrinella*, strnad luční *Emberiza calandra*, strnad rákosní *Emberiza schoeniclus* aj.).

Klíčovým zdrojem, který potřebují v krajinných strukturách najít, jsou tudíž semena, jimiž se živí. Výzkum postupně ukázal, že coby hlavní zdroje slouží několik konkrétních skupin rostlin.⁴⁰ Kromě obilnin (pšenice, ječmen, oves) jsou to především některé byliny z čeledí *Polygonaceae* (především rdesna *Persicaria* spp. a truskavce *Polygonum* spp.), *Caryophyllaceae* (ptačince *Stellaria* spp.), *Chenopodiaceae* (merlíky *Chenopodium* spp.), v menší míře také *Asteraceae* a listy *Fabaceae* či *Brassicaceae*. Nároky různých ptáků se ovšem částečně liší – například semena hvězdicovitých jsou zvláště důležitá pro pěnkavovité ptáky z podčeledi *Carduelinae*.⁴⁰

Semena ovšem nejsou jediný potravní zdroj, který granivorní ptáci potřebují. Poněkud kontraintuitivně k životu vyžadují také bezobratlé živočichy, jimiž se často živí především čerstvě vylíhnutá mláďata v prvních několika týdnech života (viz také sekce *Potenciál deštníkových druhů* níže).

Abundance i diverzita řady granivorních ptáků se významně snižuje.⁴⁰ Příčinou v některých případech je zánik biotopů, tedy často krajinných struktur. Ale výčet naznačuje, že důležitým zdrojem semen bývají plevely rostoucí přímo na orné půdě a/nebo v ruderálních biotopech. Ubývají také ony. Kvantita semen v půdním substrátu se podstatně snížila oproti období před intenzifikací zemědělství.²² K úbytku v těchto případech tudíž evidentně nevede zánik biotopu *per se*. Hlavním důvodem jsou faktory, které mění charakter polního ekosystému: především silný tlak herbicidů, čištění osiva a kompetitivnější odrůdy plodin (viz také kapitola 4.1).²² Systematicky vytlačují plevely, a tak eliminují klíčový potravní zdroj. Nicméně vhodně designované krajinné struktury ho mohou opět poskytnout, a prakticky tak částečně nahradit výpadek.

Bezpečí jako zdroj

Zdroji nemusí být nezbytně pouze fyzické prvky krajinných struktur *per se*, nýbrž také atributy, které z fyzického charakteru vyplývají. Jedním z nich je bezpečí organismů samotných nebo jejich hnízd.

Pro řadu organismů je důležitá ochrana před predátory, kteří potlačují populace dvěma mechanismy. Za prvé predatorní tlak na některé skupiny patrně roste a může být důležitým faktorem, který přímo reguluje populace. Silným rizikem je typicky pro ptáky hnízdící na zemi, především hrabavé (*Galliformes*) nebo bahňáky (*Charadrii*).²² Krajinné struktury designované tak, aby chránily před predací, mohou mitigovat negativní populační trendy. A za druhé živočichové přirozeně vyhledávají prostředí, kde jsou v bezpečí. Mohou se proto systematicky vyhýbat krajinám, kde nenajdou dostatek úkrytů a/nebo čelí vysokému predatornímu riziku (viz také kapitola 5.2).

Zdroje poskytované remízky

Bylo by krajně nepraktické odvozovat design krajinných struktur od potřeb dílčích druhů. Řešením je koncept deštníkových druhů (viz sekce *Potenciál deštníkových druhů* níže). Rovněž ovšem může mít smysl opačná perspektiva: jaké typy zdrojů mohou poskytovat dílčí krajinné struktury? Ilustrativním příkladem může být překryv mezi nabídkou remízky a poptávkou ptáků.

Remízky ptákům dodávají především čtyři typy zdrojů:

- **Potravu během jara a léta**

Koruny keřů, bylinné patro, půdní povrch a půda samotná jsou biotopem hmyzu a dalších bezobratlých, kterými se živí insektivorní ptáci a mláďata řady granivorních druhů.

- **Podzimní a zimní potravu**

Bobule keřů a semena bylinného patra poskytují potravu pro fruktivorní (podzim a počátek zimy po dozrání plodů), respektive granivorní (celoročně, zejména podzim a zima po rozorání polí) ptáky.

- **Prostor pro hnízdění**

Koruny keřů, ostružiny a travní drny v bylinném patře slouží jako relativně bezpečná, nepřístupná či nenápadná místa, kam řada druhů ptáků umísťuje hnízda.

- **Úkryt před predátory a počasím**

Husté koruny keřů – často trnitých – jsou v otevřené polní krajině výhodným místem, kde ptáci nacházejí úkryt před predátory nebo méně exponované útočiště v případě nepříznivého počasí.

Potenciál deštníkových druhů

Krajinné struktury v české agrární krajině obývají tisíce různých druhů. Každý používá různé zdroje. Dost dobře nejde účinný design plánovat podle potřeb každého z nich. Stejně dilema řeší ochrana biodiverzity prakticky kdekoli. Coby částečné řešení se nabízí – a někdy přinejmenším testuje – koncept takzvaných deštníkových druhů.

Deštníkové by měly být druhy s dobře známou biologií a ekologickými nároky, jejichž účinná ochrana simultánně zajistí potřeby dalších organismů, které s nimi sdílejí stejné zdroje ve stejném prostoru. Na místech, kde se vyskytuje tetřev hlušec (*Tetrao urogallus*), bývá také vyšší druhová rozmanitost ohrožených ptáků horských lesů.⁴¹ Účinná opatření na ochranu biotopu tetřeva by proto mohla podpořit širší spektrum avifauny subalpínských smrčín.

Koncept má teoretické i praktické limity – jeden druh nemůže pokrýt druhovou rozmanitost ekosystému.⁴² Část druhů, jež s ním sdílejí společenstvo, má nutně jiné ekologické nároky.⁴³ Empirické testování naznačuje, že ptáci by mohli sloužit jako deštníkové druhy lépe než savci a menší živočichové spíše než velcí.⁴⁴

Nicméně patrně lze koncept deštníkových druhů použít jako dílčí krok při designování krajinných struktur. Přinejmenším o nárocích některých druhů máme podstatně podrobnější znalosti než o jiných. Příkladem může být koroptev polní. K životu potřebuje:

- **Hnízdní příležitosti**

Koroptev polní umísťuje hnízdo na zemi ve skrytu husté vegetace. Obvykle používá remízky, kde zůstala suchá stará tráva z předchozích let nebo podobný bylinný podrost včetně kopřiv či ostružin, popřípadě v travnaté či travinobylinné pásy, různé formy biopásů a pásů pro hmyz s trsnatými trávami nebo dokonce ozimy.^{27, 45, 46, 47} Zdá se ovšem, že polní kultury si vybírají k hnízdění na těch farmách, kde nenajdou jiné, bezpečnější příležitosti.⁴⁷

- **Potravní zdroje pro mláďata**

Čerstvě vylíhlá mláďata koroptve se v prvních několika týdnech živí převážně drobnými bezobratlými živočichy coby potravou s vysokým obsahem bílkovin. Přitom je důležitá nejen abundance, ale také rozmanitost hmyzu. Proto k úspěšné reprodukci jsou nezbytné plochy bohaté na hmyz, umístěné v blízkosti hnízdních příležitostí: domovský okrsek samice s mláďaty činí asi 4–10 hektarů.²⁷ Musí být neošetřené insekticidy (které přímo potlačují hmyz) nebo herbicidy (které eliminují plevel, jimž se hmyz živí), kromě bodového použití selektivních herbicidů. Poskytují je pásy chemicky neošetřované obiloviny, neoseté úhory nebo různé typy biopásů či kvetoucí pásy planých rostlin vyseté ze směsí, jež zajišťují také úkryt před predátory (trsnaté trávy) a dostatek semen pro dospělé ptáky.⁴⁸

- **Obnažená půda**

Mláďata koroptví vyžadují plošky holé půdy na osušení po letních bouřkách, po kterých jim hrozí prochladnutí.^{28, 49}

- **Potravní zdroje pro starší mláďata a dospělé**

Koroptve se živí semeny širokolistých bylin, zejména *Polygonaceae*, popřípadě trav; v zimních měsících jsou také důležité listy širokolistých bylin a obilnin, popřípadě obilí.⁵⁰ Kritické jsou především zimní měsíce. Kromě strnišť neošetřených herbicidy jako důležitý zdroj slouží krmné biopásy nebo kvetoucí pásy planých rostlin.

- **Bezpečí před predátory**

Predace snůšek a inkubujících samic významně reguluje populaci koroptví. Proto je důležitý tvar a umístění především krajinných struktur sloužících k hnízdění: musí být dostatečně široké

(nejméně 6 metrů a optimálně 20 metrů s minimální celkovou rozlohou 0,3 ha⁴⁸), strukturně bohaté (vysoká a komplexní vegetace bylinného patra, nesečené), aby zajišťovaly kvalitní úkryt.

Koroptev přitom patrně slouží jako účinný deštníkový druh přinejmenším pro některé jiné ptáky. Zdá se, že opatření na podporu koroptví účinně prospívají také abundanci skřivanů polních, strnadů obecných, strnadů rákosních, konopek obecných a drozdů zpěvných (*Turdus philomelos*).²⁸

Nicméně koncept deštníkových druhů má pro designování krajinných struktur také viditelné meze. Musí se používat opatrně. Heterogenita ekologických nároků je někdy vysoká i uvnitř na první pohled ucelených skupin. Dobře to ilustrují požadavky opylovačů (viz kapitola 3.2). Dokonce i různé samotářské včely mají diametrálně odlišné nároky na zdroje – nemluvě pak o odlišnostech mezi samotářskými včelami, pestřenkami a motýly.

3.3. Vodohospodářská opatření v ploše povodí

Vodohospodářská opatření v ploše povodí, která cílí na zmírnění dopadů extrémních srážek, lze chápat jako intervence s možným ekosystémovým přínosem: podporují retenci a zachycení rychlé složky odtoku, primárně odtoku povrchového. Povrchový odtok má v zemědělské krajině řadu negativních důsledků, které se neprojevují jen škodami na půdě a majetku, ale také zhoršováním ekologických funkcí území. Při přívalových srážkách dochází k erozi (viz kapitola 3.4), splachu živin a pesticidů, zanášení vodotečí a malých nádrží sedimentem a k rychlému kolísání průtoků. To zhoršuje kvalitu vody, degraduje půdní prostředí a snižuje infiltrační schopnost půd.

Opatření v krajině by měla naplňovat více funkcí současně – vedle vodohospodářských účelů (zachycení srážkových vod v ploše povodí, protipovodňová ochrana, bezpečné převedení nadbytečných vod atp.) je cílem také ochrana půdy, vodních zdrojů a biodiverzity. V praxi jsou nejčastěji navrhována opatření vedoucí k ochraně pozemků před nepříznivými vlivy povrchových vod a eroze, ale stále častěji se zohledňuje i jejich role při adaptaci na změnu klimatu: zpomalování odtoku, doplňování půdní vláhly, tlumení teplotních extrémů v krajině a podpora ekologické stability území.

Pro správnou funkci vodohospodářských opatření je potřeba plánovat jejich návrhy v kontextu celého povodí. Povodí, respektive malá povodí je možné vnímat jako základní jednotky z pohledu vodní bilance. Tato opatření bývají součástí plánů společných zařízení v rámci pozemkových úprav, projektů ochrany povodí, plánů oblasti povodí atp. Konkrétně jde o struktury určené k bezpeč-

nému zachycení vody v ploše povodí nebo k řízenému převedení extrémních odtoků z řešené lokality, často s protierozní funkcí.

Konkrétní typy opatření jsou popsány v publikovaných metodikách.^{51, 52} Často je důležitým rozměrem protierozní funkce, proto se konkrétní typy opatření diskutují uceleně v kapitole 3.4. Jednotlivé typy opatření se podle své funkce navrhují na jeden či více návrhových parametrů. Pro dimenzování protierozních i drobných vodohospodářských staveb je nutná znalost celkového objemu odtoku (retenční a akumulární prvky, např. retenční příkopy), kulminačního průtoku (odváděcí prvky, např. odváděcí příkopy, propustky apod.) a průběhu hydrogramu (retardační opatření, např. suchá nádrž). Z environmentálního pohledu je vhodné doplnit, že návrhové parametry by měly reflektovat i kvalitu vody a transport splavenin (sediment, fosfor, dusík), protože účinnost opatření se často projevuje snížením odnosu půdy a zátěže recipientu. Z hlediska managementu a zpřístupnění pozemků pro polní práce je klíčové, zdali se jedná o prvky přejezdné (průleh) nebo nepřejezdné (příkop). Ekologickou funkci těchto struktur zvyšuje doplnění liniové vegetace (travinobylinná mez, liniové dřeviny atp.).

Tab. 1: Relevantní parametry pro navrhování technických opatření v krajině

Opatření	Návrhový objem	Návrhový průtok	Návrhová vlna
Zasakovací příkop	X		
Zasakovací průleh	X		
Odváděcí příkop		X	
Odváděcí průleh		X	
Ochranné nádrže	X		X
Cesty s protierozní funkcí	X	X	
Objekty na hydrografické síti (propustek, mostek atp.)		X	
Suchá nádrž			X

3.4. Snížení rizika eroze

Erozi rozdělujeme podle příčin na vodní erozi a větrnou erozi. V českém prostředí bývá dominantní vodní eroze, ale vinou změn klimatu je větrná eroze stále častější.

Opatření proti vodní erozi

Vodní eroze vzniká jako důsledek povrchového odtoku při (i) intenzivních krátkodobých přívalových deštích, (ii) déletrvajících srážkách za plně nasycené půdy nebo (iii) tání sněhu (viz kapitola 2.3). Půdní částice se v různých frakcích uvolňují prouděním povrchové vody. V případě konvektivních srážek je zejména na holé půdě proces umocněn uvolněním půdních částic kinetickou energií deště. Vlivem morfologie terénu a při velmi intenzivních srážkách se plošný odtok soustřeďuje a může docházet ke zvýšené (rýhové) erozi. Negativní dopady se promítají nejen do ztráty půdy a odnosu splavenin, ale i do transportu živin a agrochemikálií, které jsou vázány primárně na menší (organické a jílové) částice.

Ochrana proti vodní erozi musí být chápána jako systém – komplex organizačních, agrotechnických a technických opatření, jež vedou ke snížení erozního ohrožení konkrétních pozemků, jejich částí nebo skupin.

Každý typ opatření proti vodní erozi přímo zavádí krajinné struktury nebo implikuje jejich rozmístění. Nicméně v každém se uplatňují také strategie, které využívají jiná řešení:

Opatření organizačního charakteru (uspořádání krajiny a hospodaření)

Organizační opatření souvisejí s optimalizací využívání půdy v krajině – řeší, *kde a jak* se bude hospodařit, aby se omezila délka svahu, směr odtoku a erozní riziko. Patří sem zejména: optimální tvar a velikost pozemků, delimitace kultur, protierozní umístění plodin, ochranné zatravnění a zalesnění, pásové střídání plodin a agrolesnictví.

- **Tvar a velikost pozemků**

Doporučuje se situovat delší stranu pozemku ve směru vrstevnic, čímž se zkracuje délka po spádnici a podporuje vrstevnicové obdělávání; uplatňují se i limity hospodaření (například požadavky DZES 7B na velikost ploch s jednou plodinou).

- **Delimitace kultur a protierozní umístění plodin**

Erozně nebezpečné širokořádkové plodiny se na ohrožených plochách nahrazují půdoochrannými technologiemi nebo se kombinují s plodinami s vyšším krycím účinkem; důležitá je i vazba na svažitost (nad určitou svažitost se preferuje zatravnění, případně zalesnění).

- **Ochranné zatravnění**

Zatravnění zvyšuje drsnost povrchu, zpomaluje odtok a podporuje ukládání splavenin; může sloužit i jako sedimentační a zasakovací pás (např. podél toků, v drahách soustředěného odtoku, na průlezech a hrázkách).

- **Pásové střídání plodin**

Střídají se pásy plodin s nízkým a vysokým protierozním účinkem, zakládáné ve směru blízkém vrstevnicím tak, aby voda z chráněného pásu byla zachycena na pásu ochranném a mohla infiltrovat; metodika uvádí i limit zastoupení erozně nebezpečné plodiny (orientačně do 50 % dílu půdního bloku).⁵¹

Opatření agrotechnického charakteru (zemědělský management)

Agrotechnická protierozní opatření snižují erozi hlavně tím, že minimalizují dobu bez vegetačního pokryvu, zlepšují strukturu půdy dodáváním organické hmoty a zvyšují drsnost povrchu. Dlouhodobě přispívají ke zlepšení půdní struktury, retenční schopnosti a odolnosti vůči erozi. Typicky sem patří:

- **Ochranné obdělávání (*conservation tillage*)**

Ponechávání posklizňových zbytků / mulče na povrchu a omezení narušení profilu; účinnost závisí na míře pokryvnosti, kvalitě mulče a technologii zpracování.

- **Zakládání porostu do meziplodiny nebo rostlinných zbytků (včetně přímého setí)**

Půda je chráněna krytem (meziplodina, strniště, mulč), což snižuje rozstřík dešťových kapek a odtok srážkové vody; u přímého setí do nezpracované půdy se řeší regulace plevelů.

- **Minimalizace zpracování půdy a slučování operací**

Mělké zpracování/předsetěvá příprava/setí lze provádět v jedné operaci (omezení utužení, rychlejší zakrytí půdy).

- **Pásové zpracování půdy (*strip-till*)**

Zpracovává se jen úzký pás (řádky), meziřadí zůstává kryté rostlinnými zbytky; během vzcházení se chrání nezpracovaná plocha.

- **Podsevy a pomocné plodiny**

Vytvářejí kryt povrchu, podporují infiltraci a dodávají organickou hmotu.

- **Vrstevnicové obdělávání**

Orba i další operace (setí, kultivace) po vrstevnicích omezují soustředění odtoku a podporují zadržení vody na pozemku.

- **Hrázkování / důlkování (např. u brambor)**

Vytváří malé retenční prostory v meziřadí, které brání vzniku soustředěného odtoku a podporují zadržení vody na pozemku.

Technická protierozní opatření

Technická opatření jsou součástí vodohospodářských opatření a z pohledu eroze slouží především k přerušení povrchového odtoku, a tím i eroze. V nich se krajinné struktury uplatňují nejobvykleji. Hlavní relevantní struktury jsou:

- **Protierozní průleh**

Mělká, široká analogie příkopu s travní nebo travinoobylinnou vegetací a mírnými svahy (poměr hloubky k šířce maximálně 1:4) – související výhodou je přejezdnost mechanizací. Navrhuje se jako záchytný, nebo svodný. Záchytné průlehy slouží k zachycení a následné infiltraci do půdy (nulový podélný sklon, dimenze na objem). Odváděcí prvky slouží k odvádění zachycené vody mimo řešené území nejlépe do recipientu (mírný sklon, dimenze na kulminační průtok), případně se kombinují s přehrážkami, kdy je část vody zachycena a část odváděna.

- **Protierozní příkop**

Funkčně a konstrukcí podobný průlehu, ale má větší hloubku a strmější svahy (asi 1:1,5 až 1:2), proto vyžaduje přejezdy (propustky). Používá se pro ochranu intravilánu nebo přerušení odtoku; bývá napojen na svodné prvky a hydrografickou síť, svodné příkopy se často zpevňují.

- **Protierozní mez**

Trvalá překážka povrchového odtoku (historická nebo nová) s travní nebo travinoobylinnou vegetací. Nové meze se navrhují se zasakovacím travním pásem a navazujícím odváděcím nebo zasakovacím prvkem (příkop/průleh) nad mezí.

- **Protierozní hrázka**

Zemní hrázka (typicky do ~1–1,5 m), zatravněná, může mít vypouštěcí zařízení. Navrhuje se zejména při ohrožení zastavěného území splaveninami; může být vsakovací, odváděcí nebo kombinovaná, případně vybavena výpustným zařízením.

- **Zatravněná údolnice / stabilizace dráhy soustředěného odtoku**

Stabilizace přirozených drah soustředěného odtoku, kde vznikají erozní rýhy a efemerní strže. Zatravnění umožní bezpečné převedení soustředěného odtoku a zároveň pomáhá zachytit živiny a agrochemikálie; varianty mohou být vsakovací, kombinované (i jako svodný prvek) nebo manipulační pro návaznost na pásové hospodaření.

- **Protierozní travní pás**

Vrstevnicově orientovaný travnatý pás na orné půdě. Musí být dimenzovaný výpočtem a jeho účelem je zachytit a vsáknout vodu ze srážky i přítok ze svahu; obvykle se dimenzuje na nižší dobu opakování (např. $N \approx 10$ let) a vnímá se jako technické opatření přerušující délku svahu (faktor L v rovnici USLE).

- **Polní cesty s protierozní funkcí**

Protierozní efekt zde často zajišťuje otevřený odvodňovací prvek (příkop/průleh) – může zachytit odtok ze sběrné plochy a při situování napříč svahem přerušit délku svahu. Samotné řešení polních cest se navrhuje podle ČSN 73 6109 – *Projektování polních cest*. Vlastní dimenzování záchytných nebo odváděcích příkopů polních cest vycházejí ze stejných principů jako v případě příkopů a průlehů. Příjezd na pozemky je řešen pomocí sjezdů vybavenými propustky.

- **Terasování**

Typicky pro specifické svahové situace (např. trvalé kultury); pracuje s terasovou plošinou a terasovým svahem jako stavebním prvkem pro snížení sklonu a erozní energie.

Opatření proti větrné erozi

Větrná eroze vzniká mechanickou činností větru, který rozrušuje půdní povrch (abraze), odnáší uvolněné částice (deflace) a následně je ukládá (akumulace). K uvolnění a odnosu dochází při působení turbulentního proudění přízemního větru, jehož energie překoná gravitační a vazebné síly půdních částic; sedimentace nastává po poklesu energie větru a v různých mikrodepresích, kam jsou půdní zrna odnášena.

Intenzitu větrné eroze určují zejména meteorologické a půdní poměry, které mohou být výrazně zesíleny způsobem hospodaření – především drsností půdního povrchu, mírou vegetačního krytu a délkou nechráněného pozemku ve směru větru. Z meteorologických faktorů jsou klíčové rychlost i směr větru, vlhkost půdního povrchu a vegetační kryt.

Základním dopadem větrné eroze je degradace půdního profilu: rozpad půdních agregátů, selektivní odnos jemných částic a postupné snižování mocnosti ornice se současným zvýšením relativního podílu hrubší frakce. Obdobně jako u vodní eroze se z půdy ztrácí látky vázané na jemnou frakci (zejména humus a minerální živiny), klesá sorpční schopnost a zhoršují se podmínky pro půdní biotu, což se promítá do stavu půd.

Větrná eroze má ovšem také doprovodné negativní dopady: nesené půdní částice poškozují rostliny a dochází k navátí půdy na porosty, vzniku nerovností, zavátí příkopů a komunikací a k prašnosti v otevřené krajině.

Větrná eroze je typická pro suché oblasti. Klimatické změny, zejména sucho a zemědělské sucho (způsobené zvýšenými nároky produkčních rostlin na vodu z půdy), zvyšují pravděpodobnost výskytu větrné eroze. V Česku jsou větrnou erozí dlouhodobě ohroženy zejména oblasti jižní Moravy a Polabí, kde se vyskytují lehké, výsušné půdy.

Obdobně jako u vodní eroze lze ochranu rozdělit na opatření (i) technická, (ii) organizační a (iii) agrotechnická, která se mají vzájemně doplňovat: pokud nelze území plně chránit větrolamy, doporučuje se kombinace s organizačními a agrotechnickými kroky.

Technická opatření (trvalé vegetační bariéry)

Základním trvalým technickým opatřením jsou větrolamy – pásy stromů a keřů orientované kolmo na převládající směr větru; mají protierozní funkci a často se současně uplatní coby biotop, k podpoře krajinné konektivity a zlepšují mikroklima chráněné zóny.

Organizační opatření (uspořádání bloků a rozmístění plodin)

Cílem je zkrátit účinnou délku nechráněné plochy ve směru převládajících větrů a zvýšit krytí půdního povrchu v území.

- **Tvar a orientace půdních bloků**

Zásadou je situovat delší stranu bloku kolmo k převládajícím směrům větrů. Šířka bloku má umožnit založení dostatečného počtu pásů při pásovém střídání plodin; limit je dán způsobem hospodaření a existencí (či návrhem) trvalých větrných bariér.

- **Protierozní rozmístění plodin**

Využívá se rozdílná odolnost plodin – plodiny s nízkou ochrannou funkcí (např. některé speciální plodiny jako zelenina či koření) jsou citlivější než dobře zapojené porosty v období erozně účinných větrů.

- **Zatravnění / zalesnění**

Na půdních blocích silně ohrožených větrnou erozí se doporučuje ochranné zatravnění nebo zalesnění.

- **Pásové střídání plodin**

Střídání výškově rozdílných plodin a/nebo strniště v pásích umístěných kolmo na vítr snižuje rychlost větru u povrchu, omezuje odnos půdy a výpar.

Agrotechnická opatření (zemědělský management)

Jde o postupy, které zvyšují odolnost povrchu půdy vůči větru hlavně přes drsnost, pokryv a vlhkost. Typicky sem patří přímý výsev do ochranné plodiny nebo strniště, mulčování, meziplodiny a minimalizace/sdružování pracovních operací (metody jsou obdobné jako u eroze vodní). Protierozní účinek se projeví zejména:

- zvýšením drsnosti povrchu,
- zmenšením přímého účinku větru na povrch,
- zlepšením půdní struktury,
- zvýšením půdní vlhkosti,
- zkrácením meziporostního období.

4. Metody designu krajinných struktur

Jak tedy konkrétně designovat krajinné struktury, aby přispěly k adaptaci krajiny na změny klimatu? Tato kapitola diskutuje několik hlavních metodologických přístupů, které by měly být uplatněny při praktických řešeních.

4.1. Řešení otevřenými biotopy

Rozptýlené dřeviny v krajině poskytují důležité zdroje: remízky, stromořadí či roztroušené křoviny dodávají nektar, semena, potravu pro insektivorní obratlovce, úkryt nebo hnízdní příležitosti. Řada druhů ptáků, savců a bezobratlých proto preferuje křoviny či skupiny stromů, zatímco ryze otevřené biotopy (nebo naopak souvislé lesní porosty) jsou pro ně nevhodné. Abundance, druhové bohatství i diverzita brouků a pavouků bývají vyšší v bylinném podrostu remízků než v zatrávněných pásích na polních okrajích.¹⁷

Nicméně důležitou – a přitom často kriticky deficitní – strukturou v zemědělské krajině jsou také různé otevřené biotopy bez dřevinného pokryvu. Je to ovšem široká, nepřilíživě koherentní kategorie. Spadají do ní rozličné struktury, které spojuje prakticky jen absence zapojených dřevinných porostů. Navzájem se liší v řadě dílčích parametrů (Tab. 2).

Tab. 2: Spektra různých parametrů otevřených biotopů krajinných struktur

Charakteristika	Spektrum intenzity (na škále od vysoké po nízkou)
Otevřenost	Mezi víceméně trvale obnaženou půdou a trvale zapojenými trávníky s roztroušenými nízkými dřevinami
Disturbance	Mezi pravidelným narušováním půdního povrchu a občasou sečí (popřípadě pastvou) s několikaletou frekvencí
Zemědělské hospodaření	Mezi rutinní kulturou hospodářských plodin se sníženými vstupy (hnojení, setba) a plně neproduktivními plochami
Trvalost	Mezi konstruovanými mokřady nebo trvale zapojenými trávníky na upraveném terénu a úhory či efemerními mokřady s několikaměsíční životností
Druhová skladba	Mezi kulturami s cíleně sestavenou osevní směsí dominovanou menším počtem druhů a víceméně spontánní sukcesí

Otevřené biotopy jsou většinou méně náročné na vytvoření než výsadba dřevin nebo opatření, jež by nezbytně vyžadovala terénní úpravy. Na rozdíl od dřevinných struktur či vodních ploch ovšem vyžadují soustavnější, intenzivnější management (viz také kapitola 4.2). Může jít o aktivní zásahy s minimálním ekonomickým přínosem (seč s odstraněním biomasy). Pro udržení některých biotopů ovšem postačují opatření, ve kterých se průběžný management zajišťuje během rutinního obhospodařování, přičemž na vybraných místech se snižuje jeho intenzita (vstupy agrochemikálií, setba). Nároky opatření se pak omezují na náklady ušlých příležitostí ze snížených výnosů.

Otevřené biotopy jsou důležité pro řadu organismů polní krajiny. Kvetoucí pásy divokých rostlin posilují opylování plodin účinněji (a/nebo v jiné době) než remízky.⁵³ Ptáci vázaní na otevřené biotopy v Česku ubývají rychleji než druhy dřevinných struktur.⁵⁴ Některé skupiny živočichů nebo rostlin na nich nenahraditelně závisí. Ilustrativním příkladem jsou jeden konkrétní biotop (plošky obnažené půdy) a jedna skupina ohrožených organismů (vzácné polní plevely):

Obnažená půda jako příklad

Plošky s obnaženou půdou nebo řídkou a nízkou bylinnou vegetací jsou klíčovým zdrojem pro některé skupiny živočichů.

Potřebují je především významné skupiny hmyzu včetně části opylovačů. Larvy některých samotářských včel jako pískorypek (*Andrenidae*) a ploskočelek (*Halictidae*) se vyvíjejí v zemních norách, které samice vyhrabává do půdy na osluněných místech. Holá země je více vyhřátá než plochy kryté vegetací.⁵⁵ Kromě toho brzy kvetoucí nízké plevely poskytují nektar v časném jaře, a mohou tak vhodně doplňovat později rozkvétající biopásy.⁵⁶ Motýli a další hmyz také používají obnaženou zemi k prohřívání těla a sušení křídel.

Druhové bohatství ptáků na polích lemovaných neosetými pásy bývá dvakrát až třikrát nižší než v remízcích.⁵⁷ Ale pro některé druhy jsou důležité, protože se na nich snáze dostanou k potravě, kterou sbírají na povrchu země. Hrdlička divoká se živí semeny nízkých plevelů nebo rozsypaným obilím. Aby je našla, potřebuje během jara a léta řídký porost či mozaiku obnažené půdy. Optimální podmínky bude mít na každoročně zorané ploše, kde se nepoužívají herbicidy.⁵⁸ Skřivan polní také při sběru potravy vybírá místa, kde nízkou vegetací střídají holé plochy, které by optimálně měly tvořit asi 25 % povrchu.^{22, 28} Když obilí během jara roste a začíná být příliš vysoké, postupně se přesouvají na zbývající vhodná místa, například vyjeté koleje.²² Granivorní ptáci jako konopka obecná a strnadi v zimě závisí na strništích, která poskytují obnažené plochy i dostatek vhodných plevelů (viz kapitola 3.2).²²

Ilustrativním příkladem jsou tři z nejvíce ohrožených druhů ptáků zemědělské krajiny: dudek chocholatý (*Upupa epops*), krutihlav obecný (*Jynx torquilla*) a skřivan lesní (*Lullula arborea*). Všechny tři jsou insektivorní a hnízdí v biotopech s rozptýlenými dřevinami. Více ohrožené než jiné druhy s podobnými nároky jsou pravděpodobně kvůli svým specifickým požadavkům. Ke sběru potravy si konzistentně vybírají plošky, kde 30–70 % povrchu tvoří obnažená půda – a to shodně bez ohledu na to, zda loví ve vinici, ovocné plantáži nebo tradičním vysokokmenném sadu.⁵⁹ Holá země je při výběru místa důležitější než výška vegetace nebo dokonce hustota dostupné potravy.⁵⁹

Obnažená místa v tradiční zemědělské krajině vznikala na úhorech, intenzivně spásaných stráních nebo kolem kolonií králíků divokých. Pokud nové krajinné struktury mají poskytnout náhradu za takové typy ploch, bude nezbytné najít neortodoxní designové přístupy (Tab. 3).

Tab. 3: Příklady potenciálního řešení biotopů obnažené země včetně extenzivně obdělávané orné půdy v krajinných strukturách

Původ struktury	Řešení
Vznikají rutinním užíváním	Strmé úvozy polních cest
	Kolejové řádky
	Příkmenné pásy v ovocných sadech či vinicích udržované (mechanicky nebo herbicidy) bez vegetace (kvůli snížení kompetice o vodu)
Cíleně vytvářené	Neoseté úhory, zejména na lehkých a málo úrodných půdách ^{55, 58} (například AEKO Ochrana čejky chocholaté)
	Rohy polí, kde secí stroj ponechá neosetý trojúhelník, pokud je ploška zorána, nehnojena a ponechána do příštího léta, aby včely stačily vylézt. ⁵⁵
	Pravidelně v travnatých či travinoobylinných pásích v zimě nebo předjaří diskovat část porostu do hloubky 2,5 cm. ²⁸
	Tzv. skřivánčí plošky
	Krmné biopásy
	Pásy chemicky neošetřované obiloviny
Kvetoucí pásy planých rostlin, zejména v prvních letech po vysetí a/nebo s vysokou frekvencí kultivace	
Aktivní odstranění náletových dřevin se skrývkou drnu: dočasná plocha obnažené půdy po dobu několika let ⁶⁰	

Malé plošky obnažené půdy přirozeně vznikají ve strmých úvozech polních cest nebo v kolejových řádcích. Příkmené pásy, které se udržují mechanicky nebo herbicidy, jsou v ovocných sadech či vinicích ověřeny jako hnízdiště samotářských včel.⁶⁰ Rovněž lze holý povrch cíleně vytvořit: například v rozích polí, kde secí stroj ponechá neosetý trojúhelník. Stačí plošku zorat, nehnojit a ponechat do příštího léta, aby včelí larvy stačily vylézt.⁵⁵ Stejně poslouží neoseté úhory, zejména na lehkých a málo úrodných půdách – například AEKO Ochrana čejky chocholaté. Intenzivnějším řešením je aktivní odstranění náletových dřevin se skrývkou drnu, které vytvoří plochu obnažené půdy na několik let.⁶⁰ Malé plošky obnažené půdy mohou vznikat také v řídce osetých biopásech a podobných strukturách. Při rozhodování o umístění a rozměrech je přitom potřeba vybírat řešení, při kterých nevzniká riziko nadměrné eroze.

Vzácné polní plevely jako příklad

Součástí ekosystému polních kultur jsou divoké plevely. Některé odolné a často silně agresivní druhy – například pýr plazivý (*Elymus repens*) nebo pcháč oset (*Cirsium arvense*) – mohou významně konkurovat zemědělským plodinám. Ale většina plevelů bývají jedno- či dvouleté rostliny, obvykle nízké a světlomilné. Řada polních plevelů slouží coby důležitý zdroj semen pro ptáky (viz kapitola 3.2)⁴⁰ nebo nektaru pro opylovače⁵⁸ a potravu pro herbivorní hmyz⁵⁸. Staly se natolik integrální součástí střeoevropských ekosystémů, že ačkoli velká část z nich imigrovala společně s polními plodinami, u některých se během uplynulých tisíciletí selektovaly místní ekotypy.⁶¹

Patří ovšem také mezi nejvíce ohrožené druhy rostlin v evropské přírodě.⁶² Na polní plevely připadá zhruba jedna desetina české flóry: asi 340 druhů.⁶³ Dříve patřily mezi naprosto běžné rostliny na venkově. Nyní se ale 170 z nich nachází na Červeném seznamu cévnatých rostlin.⁶³ Příčinou je paralelní působení několika technologických postupů v intenzivní rostlinné výrobě. Klíčovým faktorem jsou vysoké dávky syntetických hnojiv, které podporují agresivní nitrofilní druhy a vytlačují vzácnější plevely, jež často patří mezi citlivé rostliny adaptované na prostředí s deficitem živin.⁶¹ Plošná aplikace neselektivních herbicidů likviduje především časnější druhy.⁶¹ Husté setí úzkých řádků hlavní plodiny kompetitivně vytlačuje drobné divoké rostliny. Hluboká orba potlačuje cibuloviny jako snědky (*Ornithogalum* spp.) a křivatce (*Gagea* spp.). K eliminaci koukolu polního (*Agrostemma githago*) a některých dalších druhů přispělo také kvalitnější čištění obilného osiva.

Polní plevely jsou ovšem adaptované na podmínky soustavného narušování půdy orbou či podítkou – které potlačuje souvislý porost konkurenčně silnějších trav nebo vytrvalých rostlin,

kde by se nedokázaly prosadit. Proto k životu potřebují biotopy, které splňují dva typy nároků: pravidelné narušování půdy hospodařením a extenzivní pěstování s nízkými vstupy herbicidů a především dusíku. S intenzifikací zemědělství ale taková kombinace v krajině prakticky přestala existovat.

Polní plevely tedy kromě tradičních málo intenzivních zemědělských systémů profitují také z pěstebních postupů, které používají méně syntetických vstupů: ekologického zemědělství, integrované ochrany rostlin, precizní aplikace hnojiv či potenciálně také herbicidů.⁶¹ Nicméně v konvenčním hospodaření jsou klíčovým biotopem polních plevelů krajinné struktury, na nichž se pravidelně oře. Proto coby útočiště slouží různé formy úhorů (včetně například AEKO Ochrana čejky chocholaté), tzv. skřivánčí plošky, krmné biopásy, pásy chemicky neošetřované obiloviny nebo dokonce kvetoucí pásy planých rostlin, zejména v prvních letech po vysetí a optimálně seté s nízkou hustotou.^{17, 61, 64, 65} Ačkoli byly většinou designované pro jiný účel, testování potvrdila, že biopásy, neoseté úhory a pásy chemicky neošetřované obiloviny podporují biodiverzitu plevelů účinněji než ostatní agroenvironmentální řešení.^{17, 65} Neoseté úhory nebo pásy chemicky neošetřované obiloviny jsou přitom zvláště účinné pro podporu vzácnějších druhů plevelů.⁶⁵ Rovněž kvetoucí biopásy v principu lze cíleně zaměřit na krátkověké plevely, přizpůsobit tomu frekvenci rozorávání a případně do nich dosít vzácnější cílové druhy.^{61, 66} Pro biodiverzitu divokých včel je pruh osetý směsí vzácných plevelů stejně účinný jako konvenční nektarodárné biopásy.⁶⁶

Role dočasných struktur

Velká část bioty v polní krajině závisí na přítomnosti otevřených biotopů. Pokud mají účinně podporovat konektivitu biodiverzity, krajinné struktury musí zajišťovat také je. Proto důležitou součástí struktur je rovněž spektrum dočasných řešení. Ovšem otevřené biotopy jsou velmi široký koncept, do kterého spadá řada krajinných struktur s radikálně odlišným charakterem (Tab. 4). Každá z nich poskytuje důležité zdroje jiným organismům; některé organismy mohou zároveň vyžadovat více typů otevřených biotopů, v nichž nacházejí různé zdroje.

Řada technických řešení krajinných struktur proto vytváří různé formy otevřených biotopů. Pokud vznikají coby cílená opatření, často se umísťují u polních okrajů nebo v kombinaci s trvalými strukturami. Příčinou jsou většinou ryze praktické agrotechnické ohledy. V principu je ovšem možné (a někdy i patrně výhodnější, například kvůli menší dostupnosti pro predátory nebo coby příspěvek k protierozní ochraně) otevřené struktury umístit dovnitř polního bloku.

Některé otevřené krajinné struktury bývají trvalého charakteru. Životnost pravidelně sečeného trávníku v údolnici může činit přinejmenším desítky let. Není patrně žádný praktický důvod, proč jej rozorávat. Naopak krajinné struktury situované přímo na orné půdě jsou z podstaty věci dočasné. Bez pravidelné kultivace by podlely sukcesi a transformovaly se v jiný biotop. Neznamená to, že by nová struktura byla bezcenná: pokud se nektarodárný biopás postupnou sukcesí přemění v travnatý pruh, bude nadále poskytovat důležité zdroje a útočiště pro řadu organismů. Budou to ovšem jiné zdroje a často jiné organismy, než jaké podporoval původní biopás (viz Tab. 4).

Dočasné krajinné struktury proto nejsou druhořadé, nekvalitnější nebo méně hodnotné. Poskytují jiné zdroje než trvalé struktury. V některých případech navíc jde o zdroje, které jsou v zemědělské krajině vzácnější – a proto patrně důležitější – než ty, jež organismy najdou v trvalých strukturách.

Nicméně dočasné struktury také nejsou prvořadé, kvalitnější nebo více hodnotné. Nemohou poskytnout některé zdroje zajišťované trvalými strukturami. Pokud součástí managementu je pravidelná obnova, neumožňuje přezimování bezobratlých. Druhovú skladbu řady v současnosti používaných opatření podporuje jen část biodiverzity zemědělských krajin (viz kapitola 4.2).

4.2. Řešení heterogenitou v prostoru a čase

Různé krajinné struktury (nebo krajiny, ve kterých jsou instalovány) typicky mívají vyšší abundanci a diverzitu řady skupin organismů než polní kultura na orné půdě.¹⁷ Proto má smysl zavádět krajinné struktury. Ale struktur je řada. Které by se měly zavádět?

Konkrétní provedení často plyne z praktických realit. Trade-offy mezi ekonomikou a konektivitou krajiny, prioritizace jiných adaptačních potřeb (například ochrany před erozí) nebo prostá *path dependency* mohou vést k pragmatickému výběru řešení, která jsou suboptimální pro biodiverzitu. Pásky z osiva tvořeného nízkým počtem travních druhů mají zpravidla menší přínos než travinobylinné pásky druhově bohatých směsí^{17, 58}; na řadě míst se přesto budou používat, protože například pro protierozní ochranu postačují a přitom jsou investičně méně nákladné. Přínos pro biodiverzitu přitom mají sice nižší, ale pořád nikoli nezanedbatelný.^{17, 58}

Nicméně ideálně by bylo možné cíleně vybrat, jakou krajinnou strukturu použít. Různé druhy – nebo skupiny – rostlin a živočichů ovšem vyžadují různé zdroje, a tudíž mají odlišné biotopové preference. Rozdíly se projevují v různých rozměrech a na různých strukturálních úrovních. Proto

je obtížné prioritizovat mezi krajinnými strukturami a jejich managementy. Řešením je vysoká diverzita používaných opatření, která uspokojí různé nároky a potřeby.

Řešení diverzitou biotopů

Užitečnou ilustrací je konkrétní využití pásů podél polních okrajů. Lze do nich aplikovat řadu různých dočasných i trvalých krajinných struktur. Pokus prioritizovat mezi nimi však naráží na limity, protože závisí na rozhodnutí o klíčovém kritériu: které konkrétní skupině organismů by nový pás měl poskytovat biotop?

V principu není nemožné dělat prioritizace. Pásky pro hmyz (Tab. 4) jsou patrně přínosné jako zdroj potravy pro čerstvě vylíhlá mláďata ptáků a úkryt pro hnízdění. Ale jejich kvalita je pravděpodobně nižší ve srovnání s potravními zdroji v konvenčních travnatých pásech nebo hnízdním úkrytem v remízcích.⁷¹ Rozhodování, jak podpořit hnízdění ptáků, by proto patrně prioritizovalo jiné řešení. (Prozatím odhlédneme od trade-offů s například ekonomickými nebo provozními potřebami farmy, které by mohly favorizovat řešení biologicky suboptimální.)

Podobných porovnaní lze ovšem udělat řadu a často jsou protichůdná:

- Druhové bohatství včel (*Apidae*) i cévnatých rostlin je vyšší v neosetém úhoru ponechaném přirozené sukcesi než v monokulturním biopásku svazenky¹⁷;
- Naopak motýli preferují biopásky před úhory¹⁷;
- Druhové bohatství rostlin je vyšší v úhorech než v setých travnatých pásech¹⁷;
- Střevlíci (*Carabidae*) preferují pásky trsnatých rostlin;
- Motýli mají vyšší druhové bohatství v seté směsi trav a divokých kvetoucích dvouděložných rostlin než v úhoru.¹⁷
- Pro druhové bohatství ptáků platí totéž, ale preference některých specializovaných druhů jsou opačné.⁵⁸

Strnad luční a skřivan polní při sběru potravy ze země preferují krmné biopásky v otevřeném terénu, zatímco strnad obecný, zvonek zelený, konopka obecná nebo vrabec polní a vrabec domácí (*Passer domesticus*) dávají přednost pásům v blízkosti remízku či lesního okraje.²⁸ A krmné biopásky sice podporují řadu druhů ptáků, ovšem nejsou užitečné pro konipase lučního či čejku chocholatou.⁷²

Tab. 4: Spektrum struktur otevřených biotopů v polní krajině

Krajinná struktura	Charakter a management	Účel	Další přínos	Intervence v ČR
Udržování raných sukcesních stadií				
Kultivované a neoseté polní okraje, pásy v polích nebo části půdních bloků na orné půdě	Prakticky úhor, pravidelná kultivace (orba každé 3 roky), ve druhém a třetím roce v pozdním létě seč	Podpora biotopů raných sukcesních stadií na orné půdě (potrava pro granivorní a insektivorní ptáky a pro hmyz včetně opylovačů, biotop polních plevelů) nebo vybraných cílových druhů jako čejky chocholaté (<i>Vanellus vanellus</i>) a dytíka úhorního (<i>Burhinus oedicnemus</i>)	Koroptev polní, skřivan polní a konipas luční (<i>Motacilla flava</i>) profitují z úhorů cíleně vytvořených pro čejku chocholatou	AEKO Ochrana čejky chocholaté
Neoseté plošky v ozimech (skřivánčí plošky a podobné)	Ploška o rozloze 12–24 m ² umístěná minimálně 25 metrů od kraje pole, na níž se při výsevu vypne sečka a od dubna do sklizně neaplikují herbicidy; po zbytek roku se ošetřuje shodně se zbytkem pole. Případně lze cíleně přisévat vzácné polní plevely.	Potrava především pro mláďata ptáků, zejména skřivanů	Profitují i další ptáci jako strnad luční, konipas luční a konipas bílý (<i>Motacilla alba</i>), polní plevely a bezobratlí	
Cíleně vytvářené kvazikultury				
Krmné biopásy nebo políčka	Relativně řidší směs minimálně několika druhů plodin, bez aplikace agrochemikálií. Po několika letech se plocha opět kultivuje.	Podpora především granivorních druhů ptáků včetně koroptví (v zimě i létě)	Biotop pro polní plevely, epigeické či půdní bezobratlé, insektivorní ptáky, zajíce polního (<i>Lepus europaeus</i>) a dočasně také opylovače, útočiště hibernujícího hmyzu	AEKO Krmné biopásy

Krajinná struktura	Charakter a management	Účel	Další přínos	Intervence v ČR
Nektarodárné biopásy	Relativně řidší směs minimálně několika druhů kvetoucích, na nektar bohatých rostlin, případně ve směsi s travami. Po několika letech se plocha opět kultivuje.	Nektar a pyl pro opylovače včetně včel a motýlů	Potrava pro insektivorní (léto) i granivorní ptáky, biotop pro polní plevely, epigeické či půdní bezobratlé, útočiště hibernujícího hmyzu	AEKO Nektarodárné biopásy, nektarodárný úhor v rámci základní nebo prémiové celofaremní ekoplatby
AEKO Druhově bohaté pokrytí půdy	Plocha o rozloze nejméně 2 ha osetá na jaře směsí minimálně šesti různých druhů bobovitých, trav a kvetoucích plodin, bez aplikace agrochemikálií. Na podzim se opět kultivuje.	Nektar a pyl pro opylovače, především včelovitý hmyz; úkryty pro bezobratlé, zdroj potravy a úkryt pro a ptáky, podpora půdní biodiverzity.		AEKO Druhově bohaté pokrytí půdy
Extenzivněji obhospodařované struktury v polních kulturách				
Plochy chemicky neošetřované obiloviny (<i>conservation headlands</i>)	Několik metrů široký pruh nebo část půdního bloku řidčeji osetá plodinou bez aplikace agrochemikálií. Kromě toho se běžně obhospodařuje jako sousední plodina.	Především podpora koroptve polní (zdroj hmyzu jako potravy pro kuřata), potrava pro další granivorní a insektivorní ptáky (například konipas luční a ťuhýk obecný <i>Lanius collurio</i>)	Biotop pro vzácné polní plevele (pokud se neaplikují ani hnojiva) a bezobratlé; podél polních okrajů, polních cest či biopásů může sloužit jako nárazník, který chrání bezobratlé (například motýly) před úlety pesticidů a patrně i splachy živin	
Rohy polí vynechané z hospodaření	Prakticky úhor (bez osetí nebo aplikace agrochemikálií), pravidelná kultivace stejně jako sousední plodina.	Podpora biotopů raných sukcesních stadií na orné půdě (polní plevely, hmyz včetně opylovačů, granivorní a insektivorní ptáci)		

Krajinná struktura	Charakter a management	Účel	Další přínos	Intervence v ČR
Trvalé struktury s aktivním managementem				
Travnaté pásy a další zatravněné plochy (coby protierozní opatření nebo ochranné pásy)	Pás nebo jiný tvar osetý běžnou travní směsí, pravidelná seč (popřípadě pastva)	Biotop pro epigeické a půdní bezobratlé; potravní zdroje pro insektivorní a granivorní ptáky, trsnaté trávy poskytují úkryt pro hibernaci bezobratlých a hnízdění ptáků	Slouží jako zdroj pro kolonizaci pole bezobratlými predátory po aplikaci insekticidů. Patrně podporují také včely, rovnokřídle (<i>Orthoptera</i>) a cévnaté rostliny, ale biodiverzita rostlin je nízká	AEKO Zatravnění orné půdy běžnou směsí, DZES 7B, ochranné pásy podél vodních toků v rámci základní celofaremní ekoplatby
Pásy pro hmyz (<i>beetle banks</i>)	Vyoraný nízký (asi 0,5 metru) násep uvnitř půdního bloku, široký asi 2 metry a osetý travní směsí s trsnatými druhy	Biotop (především zimní útočiště) pro dravý hmyz, zdroj potravy pro insektivorní ptáky, úkryt a hnízdiště pro koropty a další ptáky	Větší početnost bezobratlých	
Druhově bohaté pásy a jiné plochy zatravněné druhově bohatou směsí (coby protierozní opatření, ochranné pásy, dělicí pásy apod.)	Pás nebo jiný tvar osetý druhově bohatou směsí, pravidelná seč (popřípadě pastva): prakticky pruhová louka	Biotop pro širší spektrum cévnatých rostlin, bezobratlých včetně opylovačů a ptáků (oproti travním směsím), poskytují také nektar	Jsou poměrně účinné pro regulaci obtížných plevelů.	AEKO Zatravnění orné půdy druhově bohatou/regionální směsí, DZES 7B, ochranné pásy podél vodních toků v rámci základní celofaremní ekoplatby

Krajinná struktura	Charakter a management	Účel	Další přínos	Intervence v ČR
Podpora biodiverzity v krajinných strukturách s jiným hlavním účelem				
Druhově rozmanité směsi při zatravňování	Použití druhově bohatých směsí vytrvalých rostlin při zakládání (nebo obnově) krajinných trávníků (ochranné pásy, zatravňování při protierozních opatřeních, travnaté pásy v agrolesnických systémech aj.). Pravidelná seč (popřípadě pastva)	Širší spektrum cévnatých rostlin, bezobratlých a ptáků oproti běžným travním směsím, poskytují také nektar		AEKO Zatravňování orné půdy druhově bohatou/regionální směsí
Cílený management krajinných trávníků	Odložení seče nebo rozfázování seče v různých částech trávníků	Rozmanitější mozaika biotopů, podpora většího počtu zdrojů včetně zdrojů nektaru		
Ozeleněné kolejové řádky	Osetí pruhu mezi kolejovými stopami druhově bohatou osevní směsí k ochraně půdy před erozí a podpoře biodiverzity	Závisí na složení směsi, ale může být víceméně ekvivalentem biopásu		

Zdroje: Dicks et al. 2014¹⁷, Wilson et al. 2009²², Zámečník 2014²⁸, Nowakowski et Pywell 2016⁵⁵, Vickery et al. 2009⁵⁸, Šálek et al. 2022⁶⁷, Šmöger et al. 2023⁶⁸, Beninde et al. 2025⁶⁹, Hološková et al. 2025⁷⁰

Dost dobře nejde vybrat správné řešení. Různé skupiny mají různé preference. Koneckonců krajina je integrovaný ekosystém, kde různé krajinné struktury poskytují diametrálně odlišné zdroje, které musí být komplementární.

Navíc stejné organismy získávají různé zdroje z různých biotopů. Hrdlička divoká si k hnízdění vybírá krajiny s remízky nebo křovinami vyššími než 4 metry a přístupem ke stojaté vodě.^{73, 74} Potravu sbírá na obnažené půdě nebo v nízké, řídké vegetaci.⁷⁵ Evidentně pro ni není vhodná polní krajina protkaná hustým systémem skládajícím se výhradně z remízků, či výhradně z neosetých úhorů. Potřebuje hnízdiště, zdroj potravy i vodu, a to ve vzdálenosti do několika set metrů od sebe.

A konečně, příspěvek různých biotopů během roku se může měnit. Remízky s brzy kvetoucími dřevinami poskytují zdroje nektaru především v časnějších jarních měsících, zatímco během léta mohou být důležitější otevřené kvetoucí pásy (viz kapitola 3.2). Krmné biopásy jsou důležitým potravním zdrojem pro granivorní ptáky po velkou část zimy, ale v pozdějších měsících se semena v nich vyčerpávají a musí je nahradit jiné biotopy.⁶⁷

Řešením je patrně kombinace tří různých přístupů ke stejnému cíli:

- Pokud nelze smysluplně prioritizovat a krajinné struktury musí obsloužit rozličné preference různých organismů, pragmatickým řešením je vysoká diverzita opatření. V polní krajině se musí nacházet dostatečně rozmanitá (a přitom dostatečně hustá) síť různých biotopů: tedy mozaika složená ze širokého spektra krajinných struktur. Konkrétní možnosti budou nutně případ od případu vymezovány a usměřňovány místními podmínkami.
- Nestačí pouze naplnit spektrum, ale rovněž dosahovat lokální rozmanitosti biotopů. Ideálně by neměly některé typy krajinných struktur výrazně dominovat nad ostatními nebo některé regionálně chybět, ale vznikat poměrně pestrá a relativně vyrovnaně rozložená skladba. Rovnoměrnost nikdy nebude absolutní: přinejmenším proto, že přírodní poměry mohou některé struktury limitovat.

Patrně není nutné, aby každá farma použila extrémně široké spektrum krajinných struktur. Každý zemědělský podnik patrně bude mít své priority, které odrážejí místní přírodní podmínky, ekonomický model hospodaření, pěstované plodiny, dostupnou techniku nebo individuální zvyky a zkušenosti. Obecně má smysl povzbuzovat farmy v zavádění širší palety opatření, a to i dostatečně širokou paletou agroenvironmentálních podpor a dalších státních intervencí. Nicméně pravděpodobně nejrozumnější přístup je lokální rozhodnutí

ponechat na nich a spolehnout se, že dostatečnou diverzitu dodá rozmanitost zvyků, přístupů, potřeb, možností a příležitostí na trhu.

- Efektivní součástí řešení budou kombinované struktury, které obsahují struktury více různých biotopů (viz kapitola 4.5). Kromě dalších výhod efektivně využívají prostor a pro řadu farem mohou být přijatelnějším řešením, jak nabídnout širší spektrum s menšími ekonomickými i organizačními náklady.

Řešení diverzitou vnitřního členění

Prakticky totéž jako pro typy biotopů platí pro jejich vnitřní strukturu, která může vytvářet heterogenní mozaiku. Dobrymi příklady jsou tůně nebo remízky.

Tůně jako příklad

Tůně a podobné stojaté vody jsou důležitým typem biotopů v zemědělské krajině. Poskytují biotop mokřadním organismům, zdroj vody pro terestrické živočichy a vstupují do potravních řetězců (dospělci hmyzu, který prodělává larvální vývoj ve vodě, často hromadně vylétávají a jsou důležitým zdrojem potravy pro insektivorní ptáky). Měly by být součástí optimální mozaiky krajinných struktur (viz kapitola 4.2). Nejsou však uniformní. Skládají se ze širšího spektra dílčích mikrobiotopů, které nabízejí různé zdroje. Při designování tůní (nebo soustav tůní) je proto důležité, aby separátně poskytovala diverzitu přinejmenším ve třech strukturálních proměnných: otevřenosti, hloubce a přítomnosti akvatických/terestrických biotopů. Užitečným vodítkem přitom může být národní standard péče o přírodu a krajinu 02 001 – *Vytváření a obnova tůní*, který vydala (a aktuálně přepracovává) Agentura ochrany přírody a krajiny.⁷⁶

- **Otevřenost**

Otevřené, nezastíněné tůně mívají, *ceteris paribus*, konzistentně bohatší biotu. Roste na nich obvykle rozmanitá vegetace ponořených (rdesty *Potamogeton* spp., stolístky *Myriophyllum* spp. aj.), plovoucích (rdest vzplývavý *Potamogeton natans*, rdesno obojživelné *Persicaria amphibia*, lakušník vodní *Ranunculus aquatilis*, stulíky *Nuphar* spp., lekníny *Nymphaea* spp.) i pobřežních rostlin (rákosy *Phragmites* spp., orobince *Typha* spp., ostřice *Carex* spp.). Pro některé obojživelníky (ropucha krátkonohá *Epidalea calamita*, kuňka žlutobřichá *Bombina variegata*)⁷⁷ nebo včely⁷⁸ jsou nezbytné také slunné tůně s řídkým porostem nebo zcela bez vegetace ve vodě a především na břehu. Při porovnávání v Británii byla abundance emergujícího hmyzu na osluněných tůních osmnáctkrát a biomasa pětadvacetkrát vyšší než na zastíněných, vyskytovalo se na nich

signifikantně více druhů opylovačů a druhové společenstvo bylo rozmanitější.^{79, 80} Tůně s otevřenými břehy mají také větší početnost i biodiverzitu ptáků, ptáci na nich více sbírají potravu a vyvádějí mláďata.⁸¹ Ze 66 zaznamenaných druhů ptáků se 31 vyskytovalo výhradně na osluněných tůních, zatímco striktně na zastíněných jen dva (sluka lesní *Scolopax rusticola* a šoupálek dlouhoprstý *Certhia familiaris*).⁸¹ Otevřené prostředí preferovali létající insektivoroři (vlaštovka obecná *Hirundo rustica* a jiříčka obecná *Delichon urbicum*), granivorní druhy jako konopka obecná a strnad obecný, plovoucí vodní ptáci (kachna divoká *Anas platyrhynchos*, čírka obecná *Anas crecca*, slípka zelenonohá *Gallinula chloropus*) nebo pobřežní druhy (ledňáček říční *Alcedo atthis*, bekasina otavní *Gallinago gallinago*, volavka popelavá *Ardea cinerea*).⁸¹

Nicméně stinné tůně mají také nemalý význam. Voda je chladnější, roste v nich málo vodních rostlin, na dně se akumuluje vrstva listového opadu a bývají biologicky chudší.⁸² Slouží však jako biotop pro vodní druhy specializované na život v opadu nebo na mrtvém dřevě.⁸² Dospělci několika druhů obojživelníků preferují chladnou vodu.⁷⁷ Vrstva listů na dně může poskytovat úkryt pro larvy obojživelníků a zpomalovat zarůstání tůně rákosím.⁷⁷ Stromy, keře či ostružiní jsou úkrytem pro ptáky nebo biotopem rosničky zelené (*Hyla arborea*). Měkká, pomaleji vysychající půda ve stínu je důležitá jako zdroj potravy pro některé lesní druhy, především drozda zpěvného.²² Část ptáků a obojživelníků také využívá dřeviny jako koridor do terestrických ekosystémů v okolní krajině.

Proto obvykle není vhodné prioritizovat a preferovat jednu – osluněnou či stinnou – formu tůní, nýbrž použít design, který paralelně zajistí více různých mikrobiotopů.

Konkrétně optimální je patrně plánovat zhruba 20-30 % tůně zastíněných křovinami či stromy a umístit je na severní straně.⁸² Příkladně polovina břehu, prioritně s jižní a západní orientací, by měla být udržována jako otevřená, takže bude maximalizovat světlo a teplo.⁸² Střídání na větších plochách vytvoří mozaiku stínů a otevřených břehů.⁸²

- **Hloubka a vysychavost**

Podobně důležitá je vnitřní struktura tůně. Klíčovou součástí vodního biotopu je mělká litorální zóna, která přechází v silně podmáčenou půdu na břehu. Nejen pro některé obojživelníky je rozsáhlá a vyhřátá mělčina nezbytnou podmínkou. Nemusí ani mít stálou vodní hladinu: část tůně by měla během roku vysychat.⁷⁶ Přes léto dočasně suché segmenty, které se na podzim nebo v zimě opět naplní, tvoří důležitý biotop s vysokou biodiverzitou a množstvím specializovaných druhů.⁸² Vysychání také pomáhá chránit bezobratlé a obojživelníky před invazemi ryb. Nicméně

pro biotu mohou být kromě mělčích důležité také hlubší segmenty – preferuje je například skokan štíhlý.⁷⁷

Design tůň tudíž musí pracovat s různorodým profilem dna, s mělčími a hlubšími partiemi, popřípadě kombinovat větší počet hlubokých a mělkých tůň.⁸² Významnou část dna by měla být hustá mozaika drobných úkrytů (kameny, pařezy, zářezy).⁷⁶ Mělké partie hluboké méně než 50 centimetrů⁷⁶, které se rychle prohřívají, by měly tvořit většinu tůň. Sklon mělkého dna by měl být nejvýše 1:3, v rozsáhlých partiích i 1:10 až 1:20.^{76, 77} Dlouhá, vlnitá a nepravidelná břehová čára i pozvolné břehy napomohou rozmanitosti litorálu.⁸² Břehy musí umožňovat plynulý přechod na souš: sklon by proto měl být pozvolný, přinejmenším v některých místech do 1:10 a nikdy více než 1:3. Břehová linie nesmí být opevněna (kamenným záhozem, dřevěnými kůly a podobně), pokud to není lokálně nezbytné pro ochranu konkrétní struktury na břehu (například cesty).

- **Terestrické plochy**

Tůň je přirozeně akvatický biotop a konstrukce se soustřeďuje na vytvoření částí, které jsou (větší nebo menší část roku) ponořeny pod vodou. Ale integrální součástí mokřadního ekosystému musí být navazující terén. Pozvolné břehy s podmáčenými plochami samy o sobě poskytují důležité zdroje. Především otevřené plochy mohou sloužit jako zdroj nektaru pro hmyz nebo (ve větších tůňích) hnízdiště lučních bahňáků. Sušší místa – včetně dřevinné vegetace – slouží jako hnízdiště některých ptáků, úkryt v horších podmínkách nebo k přezimování bezobratlých a obojživelníků.

Remízky jako příklad

Podobným případem je patrně nejobyčejnější krajinná struktura. Remízek není řada keřů. Je to komplexní systém, který se skládá ze tří až pěti dílčích nadzemních komponent: keřů, vzrostlých stromů, bylinného patra, často rovněž navazujícího travnatého nebo travinobylinného pásu bez souvislého dřevinného zápoje a případně také paralelní struktury (polní cesta, příkop). Každá z těchto komponent je pro biotu důležitá a poskytuje jiné, vzájemně komplementární zdroje (viz kapitola 3.2). Strukturální komplexita přispívá k tomu, že remízek může sloužit v různých fázích sezóny. Dvě třetiny druhů obývajících britské remízky závisí na více než jedné dílčí komponentě, 35 % na třech či více komponentách a 42 % na zdrojích bylinného patra nebo půdy.¹⁴ Přitom dílčí komponenty jsou na sobě z velké části nezávislé. Flóru bylinného patra obvykle více než skladba dřevin ovlivňuje charakter a management sousedních pozemků.¹⁴ Se strukturální komplexitou roste kvalita remízku¹⁴, diverzita bezobratlých⁸³ a jeho příspěvek k opylování⁵³ či kontrole škůdců⁵³.

Pokud by některá dílčí komponenta chyběla, významně se zúží spektrum poskytovaných zdrojů:

- **Keřové patro**

Keřové patro je samozřejmě hlavní strukturou remízku. Poskytuje potravu pro živočichy, prostor pro hnízdění ptáků a úkryt před predátory či nepříznivým počasím (viz také kapitola 3.2). Přitom je důležité, aby nabízelo diverzitu různých uspořádání. Ilustrativním příkladem je výška. Druhová rozmanitost ptáků obecně roste s výškou remízku.⁵³ Ptáci většinou preferují, aby činila alespoň 1,5 metru; ovšem hrdlička divoká vyhledává keře vyšší více než 4 metry, několik druhů jako drozd zpěvný nebo pěvuška modrá (*Prunella modularis*) dávají přednost obecně vysokým a strnad luční, strnad obecný, konopka obecná či ťuhák obecný naopak nižším a/nebo nesouviselejším remízkům.^{14, 73, 83, 84}

- **Stromové patro**

Remízky sice tvoří převážně keře. Pokud se sukcesí transformují v lesíky, významně se mění druhové složení a některé druhy z nich mizí. Ovšem vysoké stromy jsou důležitou komponentou pro sovy či šplhavce, šoupálky (*Certhia* spp.) nebo sýkory (Paridae), netopýry, velké můry, saproxylický hmyz jako brouky či dvoukřídlé a lišejníky,^{14, 22, 53, 85, 86}. Staré, odumírající nebo tlející stromy poskytují dutiny, potravu nebo vyvýšená místa, odkud ptáci zpívají.⁸⁵

- **Bylinná vegetace**

Bylinná vegetace může poskytovat nektar, a to nejen v době, kdy nekvetou stromy a keře. Pestřenky preferují květy bylinného patra.⁸⁷ Husté bylinné patro slouží řadě bezobratlých, především pavouků, brouků nebo larev dvoukřídlých, jako biotop či úkryt pro hibernaci.⁵³ Husté drny stařiny s ostružinami a listovým opadem jsou klíčové pro hnízdění koroptve polní (viz kapitola 3.2) a některých dalších ptáků (strnad polní, pěnice hnědokřídlá *Sylvia communis*), kteří v nízké vegetaci také sbírají potravu.^{17, 22} Proto je kromě bylinného podrostu samotných keřů také důležité, aby součástí remízku byl travinobylinný porost přinejmenším 2 metry do šířky od okraje remízku, který ideálně bude kombinovat husté drny s ploškami řídké vegetace.

Remízek samozřejmě nemůže poskytovat všechny komponenty na stejném místě. Proto vnitřní struktura musí být designována tak, aby paralelně zajistila různé složky.

Řešení diverzitou managementů

Charakter krajinných struktur formuje také použitý management.

Travnaté a travinobylinné struktury vyžadují více či méně pravidelný management. Bez něj podlehnou sukcesi, mizí širokolisté byliny, dominují trávy a ve většině středoevropských krajin postupně dřeviny. Struktura by stále měla hodnotu: prakticky se změní v nějakou formu remízku či skupiny stromů (viz také sekce *Řešení diverzitou vnitřního členění*). Nicméně přišla by o původní charakter.

Pravidelný management proto podporuje také dílčí zdroje. Na seči, která potlačuje kompetičně silnější trávy, závisí především udržení slabších širokolistých bylin, biodiverzita porostu a nabídka květů (a potažmo zdrojů nektaru). Stárnoucí travinobylinné pásy, kde postupně klesá druhová rozmanitost rostlin, lze dokonce se zhruba desetiletou frekvencí obnovovat intenzivnější disturbancí půdního povrchu (obnova, lehká kultivace apod.).⁵⁶

Soustavná nabídka zdrojů ovšem závisí na konkrétním designu a fázování pravidelného managementu, a to ze tří důvodů:

- **Pravidelný management dočasně eliminuje právě ty zdroje, které má poskytovat.**

Seč na několik týdnů nebo měsíců ničí zdroje nektaru i vysokou, strukturálně složitou vegetaci, která je nezbytná pro řadu bezobratlých. Potřeby biodiverzity cévnatých rostlin (a tedy opylovačů, kteří jsou na diverzitě rostlin závislí) jsou tudíž dočasně v konfliktu s krátkodobými potřebami opylovačů.

- **Různá konkrétní načasování seče vyhovují různým skupinám organismů.**

Časná první seč podpoří jarní efemerní rostliny.⁸⁸ Přirozeně ale eliminuje kvetení spíše časných než pozdějších druhů, a tudíž zdroje pro hmyz.⁵⁸ Navíc je rizikovější pro ptáky, kteří hnízdí na zemi.

Pozdně letní nebo podzimní seč podporuje kompetici rostlin⁵⁸ a nesnižuje druhovou rozmanitost ptáků či zemního hmyzu³³. Mohla by dokonce zvyšovat nabídku pro insektivorní ptáky přes zimu, protože vytváří krátký a relativně dostupný porost.⁵⁸

- **Některé organismy a některé zdroje vyžadují také dočasnou absenci managementu.**

Vysoká, nesečená a strukturálně komplexní vegetace je důležitým biotopem pro pavouky, rovnokřídlé, brouky nebo některé motýly (a tudíž i potravním zdrojem pro některé ptáky). Husté

trsy trav slouží k hibernaci bezobratlých a hnízdění koroptví či dalších ptáků. Ale naopak vysoká vegetace je obtížně přístupná pro některé insektivorní ptáky.⁵⁸

Nelze tudíž vybrat jeden konkrétní, optimalizovaný přístup k managementu. Proto by optimální péče o krajinné struktury měla zajišťovat (i) diverzitu různých typů managementu v prostoru a (ii) diverzitu různých aktuálních fází managementu v prostoru a čase.

Praktickým řešením je rozmístění seče v krajině a během roku tak, aby poskytovala zdroje pro různé skupiny organismů.⁵⁸ Mělo by přitom sledovat několik parametrů intenzity a načasování seče:

- **Intenzita seče**

Krajinné struktury v dílčím prostoru lze rozdělit mezi ty, na nichž se podpoří vysoká vegetace, a na segmenty, kde se pravidelnou sečí bude posilovat biodiverzita rostlin. V krajině se vytvoří mozaika biotopů různého charakteru.

- **Rozfázovaný management segmentů s nízkou intenzitou**

Segmenty, kde se podporuje růst vysoké vegetace a hustých drnů, lze rozdělit na části a každý rok provést seč jen na jedné polovině (každého segmentu nebo segmentů v určitém prostoru) nebo i menší části.²⁸ Seč na každém konkrétním místě tudíž proběhne nanejvýš jedenkrát za dva roky, popřípadě i méně často. Měla by být načasována až po hnízdní době.²⁸

- **Rozfázovaný management segmentů s vysokou intenzitou**

Na kvetoucích pásech a jiných místech, o něž se pečuje pravidelným managementem, lze seč rozdělit do postupných fází, aby v krajině stále zůstával dostatek zdrojů nektaru a vysoké vegetace. Mezi jednotlivými fázemi seče by měl být odstup nejméně 3 týdny⁸⁸; může ovšem být vhodné rozdělit segmenty také podle seče v různých ročních obdobích.

Rozfázování ovšem není relevantní pro zakládání krajinných trávníků, při kterém bývá nezbytné opakovat seč vznikajícího porostu poměrně často, patrně několikrát během roku.²⁸

Užitečným vodítkem opět bude český standard péče o přírodu a krajinu 02 004 – *Sečení*.⁸⁸

Analogicky lze rozfázovat také management úhorů k podpoře polních plevelů a organismů, které vyžadují obnaženou půdu (viz kapitola 4.1). Pokud se různé plochy ořou v různých letech nebo s různou frekvencí (každý rok, jednou za dva nebo tři roky), v krajině vznikne komplex úhorů různého stáří a druhového složení.⁶⁴

Dřevinné struktury jako remízky nejsou závislé na pravidelné, každoroční aktivní péči jako trávničky. Proto klíčovou proměnnou není, kdy konkrétně management probíhá, nýbrž jak často se k němu vůbec přistupuje.

Farmy obvykle potřebují jednou za čas provést ořez keřových větví – přinejmenším proto, aby nezastiňovaly sousední půdu a nekomplikovaly provoz techniky. Management nemusí být nezbytně prospěšný pro biotu. Vyšší, širší remízky podporují větší diverzitu i abundanci ptáků a lépe chrání před predátory.²² Řez několikanásobně snižuje nabídku nektaru a plodů, a tudíž kvalitu zdrojů pro opylovače, zimující ptáky nebo drobné savce.^{14, 17, 89} Roste také citlivost hnízd vůči predaci.^{14, 22} Plšík lískový (*Muscardinus avellanarius*) preferuje relativně široké, druhově bohaté, souvislé remízky a nesnáší intenzivní management.¹⁴

Eliminace managementu ovšem není řešením, a to i kdybychom odhlédli od potřeb faremního provozu. Občasný zmlazovací řez podporuje růst i denzitu keřového patra, která je důležitá pro abundanci bezobratlých a pro ochranu ptačích hnízd před predátory.^{14, 90} Abundance blanokřídlého hmyzu (Hymenoptera) je v hustých remízcích dvojnásobná oproti strukturám s více než 50% mezernatostí.⁵⁷ Zmlazovací řez také chrání remízek před rozpadem nebo před sukcesí do lesíku a případný travinobylinný pás podél něj před zastíněním.¹⁴

Navíc některé druhy ptáků preferují nižší či nakrátko ořezané remízky (viz sekce *Řešení diverzitou vnitřního členění*).²² Některé rostliny bylinného patra nebo světlomilní bezobratlí profitují z výmladkového hospodaření, při němž dojde k dočasnému odstranění keřového patra.¹⁷ Může ale vytlačovat stínomilné, lesní druhy rostlin a snižovat ochranu proti úletům pesticidů a splachům hnojiv.⁸³

Proto je nezbytný management, který dočasně může vést k razantní redukci některých důležitých zdrojů remízku:

- Klíčovou podmínkou je, aby postup zajišťoval heterogenitu různých fází managementu (a tudíž doby od posledního zásahu) v síti remízků.¹⁴ Patrně by během jedné sezóny neměl být proveden zmlazovací řez na více než jedné třetině remízků na farmě a neměl by být koncentrovaný do jedné dílčí části farmy.
- Ideálně by analogicky měl být management během jednoho roku rozdělený do více ročních období. Obecně platí, že kvůli hnízdění ptáků, vývoji motýlů, nabídce plodů a nektaru je vhodné neprovádět zásahy do remízků během léta a podzimu.^{22, 83} Nejvhodnějším obdobím je pozdní zima.¹⁴ Ale pro larvy mūr je lepší management na podzim než v zimě. Proto

řešením může být rozfázování zásahů do různých remízků na farmě do různých částí roku podobně jako u seče trávnicků.⁵⁷

- Prospěšná bude také lokální diferenciací managementu, která vytvoří strukturální diverzitu šířek, výšek, tvaru a vrstevnatosti korun.¹⁴ Přispívá tak k vyšší heterogenitě mikroklimatických podmínek, které jsou důležité pro bezobratlé: poskytne například stinná i osluněná místa.¹⁴

4.3. Řešení druhovou skladbou

Příspěvek řady krajinných struktur k biodiverzitě silně závisí na konkrétní druhové skladbě použitých výsadb nebo výsevů. Nepřekvapivě obecně platí, že s rostoucí rozmanitostí druhové skladby stoupá také přínos pro biodiverzitu. Účinná podpora zdrojů však záleží na dílčích nuancích.

Travnaté či travobylinné pásy a biopásy

Nejen pro hmyz je přirozeně přínosné druhové složení, které kromě trav zahrnuje také kvetoucí dvouděložné byliny.^{17, 58} Poskytují zdroje především v pozdně jarních a letních měsících, kdy je aktivita opylovačů nejvyšší a krajinně chybí zdroje nektaru.^{39, 55} Proto by měly zahrnovat také druhy jako štírovník růžkatý (*Lotus corniculatus*), řebříček obecný (*Achillea millefolium*), kopretinu bílou (*Leucanthemum vulgare*), jetel luční (*Trifolium pratense*) nebo chrpy (*Centaurea* spp.).⁵⁵ Naopak do víceméně trvalých pásů nemá valný smysl zařazovat jednoleté rostliny.⁵⁵

Nicméně diverzita není důležitá pouze kvůli kvetení. Motýli například využijí nektar jako obživu pro dospělce, ale zároveň potřebují živné rostliny pro housenky. Ptáci většinou preferují semena dvouděložných rostlin před travními; nicméně i ta sbírají.^{28, 58} Regionální druhové směsi rostlin, které jsou dostupné pro řadu českých regionů a vznikají pro další^{91, 92}, vylepšují nabídku a kvalitu kvetoucích pásů.^{17, 93}

Ovšem travní složka je také důležitá. Trsnaté trávy poskytují úkryt pro savce jako zajíce polního a myšku drobnou (*Micromys minutus*), pro hnízdění ptáků a přezimování hmyzu.²⁸ Podíl mohou mít poměrně vysoký i ve kvetoucích pásech.²⁸ Trávy také slouží ke kontrole plevelů nebo coby živná rostlina pro housenky motýlů jako některých okáčů či soumráčků.⁵⁵ Navíc snižují náklady na vysetí pásu.⁵⁵

Často se namísto trvalých kvetoucích pruhů – jež se svým složením přibližují sečené louce – na orné půdě používají různé formy dočasných biopásů. Úspěšně podporují druhovou rozmanitost či abundanci hmyzu v polní krajině.⁹⁴ Rovněž u nich je klíčové konkrétní složení i druhová diverzita.

Biopásy s cíleně vyšetými druhy jsou důležitým příspěvkem k podpoře biodiverzity na orné půdě.⁹⁴ Nejsilněji účinkují v chudých, intenzivně obhospodařovaných agrárních krajinách.⁹⁵ Prospěšnost může být limitována, pokud se osevní směsi skládají převážně z malého počtu rostlinných druhů, často navíc nepůvodních nebo kultivovaných. Jsou designovány tak, aby poskytovaly velké množství vybraného zdroje (semena, nektar). Sice posilují druhovou rozmanitost a podporují poměrně vysoké abundance zejména úzkého spektra běžnějších druhů⁹⁴; nicméně mohou částečně potlačovat druhy ostatní. Extrémním případem jsou husté monokultury bobovitých (*Fabaceae*) s hlubokými květy, které dočasně podpoří vysoké abundance opylovačů, ale pouze po část sezóny a vyhovují pouze některým skupinám (například čmelákům).^{96, 97} Naopak prakticky vylučují skupiny, jež vyžadují otevřená květenství (například pestřenky nebo parazitoidní vosičky, které jsou důležité pro kontrolu škůdců).^{96, 97} Biopásy z několikadruhových osevních směsí také nejsou vhodné k podpoře specialistů (viz rámeček *Konektivita pro které druhy?* v kapitole 3.1).⁹⁴ Podporují převážně mezofilní druhy a nevytvářejí biotop pro flóru suchých nebo naopak vlhkých trávníků.⁹³ Druhové bohatství včel i cévnatých rostlin je vyšší v úhoru než v biopáse svazenky.¹⁷

Chudší složení je částečně pochopitelnou daní za relativně snadnou aplikovatelnost.⁹³ Biopásy přitom mají také další funkce, které mohou méně záviset na složení osevní směsi: například poskytnou insektivorním ptákům přístup k potravě na zemi.⁵⁸ Nebo vytvoří biotop pro některé polní plevely, které nerostou v zapojených pruzích podobných sečeným loukám. V každém případě se problém týká pouze některých provedení. Porovnání ukázala, že některé designy podporují biodiverzitu srovnatelnou s extenzivními loukami.⁹⁴ Pokročilejší, sofistikovanější řešení, která v prostoru a čase kombinují biopásy různých osevních směsí a načasování, podporují i specialisty jako ohrožené druhy samotářských včel.⁹⁸ Řešení má patrně dvě části:

- Preferovat relativně rozmanitou druhovou skladbu osevních směsí. S diverzitou rostlin v biopásech roste druhové bohatství opylovačů.⁹⁹ Do nektarodárných pásů by měly být cíleně vysévány nejméně čtyři různé druhy kvetoucích dvouděložných rostlin⁵⁸ – optimálně ale více.
- Cíleně do osevních směsí zahrnovat rostliny s různými znaky. Například pro druhy vyžadující otevřená květa jsou důležité miříkovité rostliny (*Apiaceae*).^{97, 99}

Rovněž relativně nízké množství osiva ponechává prostor pro lokální plevele ze semenné banky. A je samozřejmě nutné biopásy kombinovat s dalšími zdroji, například plochami nezbytnými pro reprodukci opylovačů (obnažená půda, mokřady aj.).⁹⁶

Ochranné pásy podél vodních útvarů, na erozně ohrožených partiích polí a podobných místech slouží ke snižování rizik. Složení musí především účinně bránit snosu sedimentů či splachů živin, erozi půdy a dalším primárním účelům. Nicméně lze je designovat tak, aby zároveň přispěly k podpoře biodiverzity.⁵⁵ Smysluplným řešením je založit směs na vysokých trsnatých travách, jako je srha laločnatá (*Dactylis glomerata*), bojínek luční (*Phleum pratense*), kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea*), kostřava luční (*Festuca pratensis*) či kostřava červená (*F. rubra*), a dodat 5-10 % robustnějších kvetoucích dvouděložných rostlin (typicky například štírovník růžkatý, řebříček obecný, vikev ptačí *Vicia cracca*, mrkev obecná *Daucus carota*, chrpa luční *Centaurea jacea* aj.).^{28, 55} Budou chudší než kvetoucí pruhy. Slouží ale hlavnímu účelu; jsou relativně levné, spolehlivé a adaptabilní a podporují hnízdění ptáků nebo hibernaci čmeláků i dalšího hmyzu.⁵⁵

Remízky

Remízky jsou v polních krajinách důležité mimo jiné coby zdroj květů pro opylovače. Rozmanité složení přispívá, aby je poskytovaly v průběhu celé vegetační sezóny (viz kapitola 3.2 a Tab. 5). Důležité je především období od března do června.⁵⁵ Remízky s více než třemi různými druhy dřevin a nepřerušované mezerami podporují dvojnásobně vyšší abundanci čmeláků než ty méně kvalitní.⁸⁷ Přispět může i pouhé vsazování keřů, které kvetou relativně časně na jaře (vrba jíva, vrba popelavá, případně slivoň trnka, slivoň myrobalán, hlohy, javory, jabloň lesní) do mezer v remízcích.⁵⁵ Břečťan popínavý (*Hedera helix*) by naopak byl důležitým zdrojem nektaru a pylu v podzimních měsících¹⁰⁰; ostružiníky (*Rubus* spp.) pomáhají živit opylovače v létě¹⁰¹.

Nejde ovšem pouze o opylovače. S diverzitou dřevin roste abundance bezobratlých nebo druhové bohatství ptáků v remízku.^{53, 57, 87} Drozd zpěvný a dlask tlustozobý (*Coccothraustes coccothraustes*) hnízdí v hustých, druhově bohatých remízcích.⁸³ Pro saproxylický hmyz největší přínos při výsadbě stromů budou mít zejména domácí druhy dubů (*Quercus* spp.) a lip (*Tilia* spp.), jilmy (*Ulmus* spp.), vrby (*Salix* spp.), topoly (*Populus* spp.), buk lesní (*Fagus sylvatica*), habr obecný (*Carpinus betulus*), ovocné stromy nebo olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), případně jírovec maďal (*Aesculus hippocastanum*).¹⁰² Naopak exotické dřeviny potlačí rozmanitost včel a motýlích housenek.⁵⁷

Tab. 5: Vybrané důležité zdroje nektaru pro jednotlivé fáze vegetační sezóny v remízcích a rozptýlených dřevinách v polní krajině

Fáze sezóny	Vybrané důležité rostliny
Předjaří a časné jaro	Vrba jíva (<i>Salix caprea</i>), vrba popelavá (<i>Salix cinerea</i>), slivoň myrobalán (<i>Prunus cerasifera</i>), slivoň trnka (<i>Prunus spinosa</i>), jabloň lesní (<i>Malus sylvestris</i>)
Vrcholné jaro	Slivoň trnka, jabloň lesní, třešně, hloh
Léto	Ostružiníky (<i>Rubus</i> spp.), růže (<i>Rosa</i> spp.)
Pozdní léto a časný podzim	Plamének plotní (<i>Clematis vitalba</i>), ostružiníky, břečťan popínavý

Zdroje: Podle Ollerton 2021³⁶, Nowakowski et Pywell 2016⁵⁵

4.4. Řešení umístěním a orientací

Důležitou součástí designu krajinných struktur je vhodný výběr umístění. Patrně bude sledovat několik kritérií. Nepřekvapivě některá jsou ve vzájemném rozporu a rozhodování nutně musí čelit trade-offům:

- **Vhodný terén**

Při umisťování krajinných struktur může být důležitá paměť krajiny a historické rozmístění analogických struktur. Potenciálně indikují místa s vhodnými lokálními podmínkami nebo mohou mít bohatší semennou banku.¹⁰³

K diverzitě krajinných struktur (viz kapitola 4.2) může přispívat i variabilita jejich umístění: střídání mírných a prudších svahů nebo jižní a severní expozice podpoří heterogenitu biotopů.³⁶

Nicméně některé struktury vyžadují specifické podmínky. Pro úhory jsou vhodnější mělké, lehčí a chudé půdy v písčitých nebo křídových územích.^{17, 28, 65} Tůně kromě ochrany před splachy živin a sedimentů také přirozeně potřebují zdroj čisté vody (viz položka *Ochrana krajinné struktury před vlivy okolí níže*).

- **Biologická kvalita umístění**

Úhory, krmné či nektarodárné biopásy, travnaté a travinobylinné pásy by optimálně měly být umisťovány na osluněná místa.^{28, 55} Může jít o svahy s jižní nebo západní, popřípadě východní

expozicí, respektive stejně orientované strany remízků či biopásů. Smysluplným řešením může být umístění kvetoucích pruhů na osluněnou stranu a pásů s trsnatými travami na stranu stinnou, severní.⁵⁵

- **Dostupnost dalších zdrojů**

Opatření cílená na polní okraje mohou přinášet nejlepší poměr přínosů k nákladům, protože zde dosahují nejvyšší biodiverzity plevelů a bezobratlých.²⁸ Některé organismy budou profitovat z vhodného umístění v krajině. Reprodukční úspěšnost čejky chocholaté při hnízdění na orné půdě (a tudíž účinnost struktur cílených na její podporu) je vyšší v krajinách s relativně pestrou mozaikou, protože mláďata se po 5-6 dnech z polí optimálně potřebují přemístit na trvalé travní porosty, kde je větší abundance bezobratlých.²² K dostupnosti dalších zdrojů mohou přispět kombinovaná řešení (viz kapitola 4.5).

- **Ochrana krajinné struktury před vlivy okolí**

Umístění krajinné struktury může být důležité pro trvalost a kvalitu zdrojů, které poskytuje.

Triviálně to ilustruje umístění tůň. Silné riziko pro ně představuje eutrofizace, a tudíž biodiverzita závisí na dostatku čisté vody. Tůň může být zásobována ze tří typů zdrojů. Pokud jím budou srážky nebo stékající povrchová voda, měla by být situována v ochranném pásu polopřirozené vegetace (nehnosený travní porost, křoviny aj.).⁸² V intenzivních polních kulturách se potřebná šířka odhaduje na alespoň 30 metrů.⁸² Ochranné pásy tvoří integrální, terestrickou součást ekosystému tůň (viz kapitola 4.2). Pokud se umísťuje ve svažitém terénu, měl by se v prostoru nad ní rozkládat trvalý travní porost nebo les.⁸² Jakákoli vodoteč může být zdrojem pouze v případě, že nepřináší živiny či sedimenty. Proto se umístění tůň musí vyhnout napojování na potoky, kanály nebo příkopy, které protékají polními kulturami.⁸²

Důležitým zdrojem pro hnízdící ptáky je bezpečí před predátory (viz kapitola 3.2). Populace koroptví polních jsou pod silným predaním tlakem.²² Proto bezpečí může být důležitým kritériem pro umístění některých krajinných struktur. Pro koroptve nebo skřivany polní budou bezpečnější široké krmné biopásy, travinobylinné pásy a podobné struktury umístěné uvnitř půdního bloku nebo podél polních cest, vodotečí či mezí, daleko od dřevin.^{28, 104} Hnízdění čejky chocholaté je úspěšnější, pokud se hnízdo nachází alespoň 50 metrů od okraje pole.²² Pásy by také měly být široké minimálně 6 metrů, protože v užších riziko predace roste.²⁸

- **Provozní a ekonomické ohledy**

Farma při umisťování krajinných struktur bude vybírat méně produktivní místa a situace, které nejméně zkomplikují provoz techniky. Nemusí nezbytně jít o zastíněné plochy nebo podmáčené pozemky, nýbrž také obecně okraje půdních bloků, popřípadě nepřístupnější kouty, vzdálenější pole, prudší svahy, partie více erodované nebo často spásané zvěří. Na tom staví instrument pro prostorové rozmisťování krajinných struktur, který vznikl na ČZU.¹⁰⁵

Nicméně farma patrně bude zvažovat také pozitivní kritéria. Na polních okrajích krajinné struktury mohou účinněji sloužit jako bariéra proti plevelům, zdroj opylovačů, dravého hmyzu a parazitoidů ke kontrole škůdců nebo k ochraně sousedních pozemků před splachy živin a sedimentů.²⁸ Remízky nebo pásy pro hmyz (jež zahrnují vyoraný nízký násep) a samozřejmě explicitně protierozní opatření (zatravňování, příkopy, průlehy aj.) budou patrně umisťovány po vrstevnici do půdních bloků na rizikových svazích.

- **Vyhýbat se situování do rizikových míst**

Některá potenciální místa mohou být z různých důvodů riziková. Neoseté úhory (a podobné plošky obnažené půdy) nebudou situovány na pozemky s vysokým rizikem eroze.⁵⁵ Biopásy, úhory, travnaté nebo travinobylinné pásy a podobná opatření není vhodné cílit na místa s vysokým výskytem rizikových plevelů.²⁸ Umisťování tůní nebo dřevinných struktur se potřebuje vyhnout hodnotnějším biotopům či lokalitám s výskytem citlivých druhů (viz kapitola 5.2).

- **Mitigace nákladů plynoucích z umístění**

Součástí řešení také mohou být opatření, jež nemění umístění či orientaci krajinné struktury, ale mitigují provozní a ekonomické náklady, které umístění či orientace vytváří. Pokud farmy coby bariéru zřizování nektarodárných biopásů nejčastěji uvádějí podmínku zakazující přejíždět je technikou, nejsnadnějším a přitom biologicky bezproblémovým řešením může být vypuštění této podmínky.¹⁰⁶

4.5. Řešení kombinacemi opatření

Z biologických i agrotechnických důvodů může být výhodné společně lokalizovat více než jeden typ krajinných struktur. Kombinovaná opatření mají aditivní efekt a posilují prostorovou komplementaritu různých zdrojů.⁹³ Přitom snižují relativní potřebu půdy a jsou méně náročné na pohyb techniky, než kdyby každá struktura byla umístěna samostatně. Dobrým příkladem jsou

kombinovaná řešení různých typů pásů (viz Tab. 4) na polních okrajích nebo podél remízků, větrolamů či jiných trvalých struktur.⁹³

Paralelní travinobylinné pásy podstatně podporují biologickou hodnotu remízků, a *vice versa*.⁵⁸ Na jednom místě soustředí keře kvetoucí v časném jaře s bylinami, jež poskytují nektar ve vrcholu a pozdnější fázi vegetační sezóny.⁵⁵ Květní zdroje vně samotného remízku jsou důležité například pro pestřenky.⁸⁷ Nízký, relativně řídký porost pásu rovněž nabízí dobře přístupné zdroje semen a hmyzu pro ptáky, kteří hnízdí v korunách nebo v bylinném patře skrytém pod keři. Pěvuška modrá, pěnkava obecná nebo hýl obecný (*Pyrrhula pyrrhula*) preferují sbírat potravu na zemi v blízkosti remízku.⁸⁴ Abundance strnadů polních v remízcích doprovázených travinobylinným pásem je dvakrát vyšší než v remízku bez pásu (nebo v remízku s neobohaceným travnatým pásem).¹⁷ Netopýři preferují biopásy vedoucí paralelně s remízky, pravděpodobně protože poskytují zároveň potravu, úkryt k odpočinku a liniovou strukturu k orientaci v terénu.¹⁰⁷

Kromě toho pásy chrání bylinný podrost v remízku před splachovanými hnojivy a výslednou eutrofizací, jež vede k ochuzování rostlinného společenstva a dominanci druhů jako kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*) nebo svízel přítula (*Galium aparine*).¹⁴ Druhové bohatství rostlin v remízku s 6 metrů širokým okrajem je vyšší než s okrajem širokým 1 metr.¹⁷

Může ale také jít o kombinaci různých otevřených biotopů. Pásy chemicky neošetřované obiloviny jsou pro bezobratlé patrně nejprospěšnější v kombinaci s paralelně umístěným trvalým travinobylinným nebo travnatým pruhem.⁵⁸ Analogicky pásy pro hmyz mohou být jako opatření na podporu ptáků účinnější, pokud mezi nimi a intenzivní polní kulturou probíhá 6 metrů široký pruh bez aplikace insekticidů a/nebo běží paralelně s krmným biopásem.²⁸

Patrně nejpropracovanějším přístupem jsou sendvičová řešení, která kombinují více než dva typy opatření. Podél remízku lze například umístit pruh trsnatých trav (hibernace hmyzu, hnízdění ptáků), kvetoucí pruh nebo úhor (zdroj nektaru, biotop bezobratlých, zdroj semen), nektarodárný biopás (zdroj nektaru, biotop bezobratlých) a buď pás chemicky neošetřované obiloviny, nebo úzký pruh trsnatých trav coby ochranu před tlakem agrochemikálií z polní kultury.⁵⁵

4.6. Řešení hodnocením dopadu na hydrologický režim a erozi

Hodnocení stavu území (povodí) z pohledu kombinace vzniku povrchového odtoku a erozního (vodní i větrné) ohrožení a následný návrh opatření je vhodné vést v několika navazujících krocích:

Mapování stavu

Prvním krokem je prověření stavu území, při kterém se:

- Provede zjištění erozního ohrožení vodní i větrnou erozí, které identifikuje, kde a kdy je území nejvíce zranitelné;
- Vyhodnotí přítomnost a stav meliorací;
- Následně zjišťuje stav vodních toků a odvodňovací sítě v území a jeho rozčlenění na přispívající povodí k jednotlivým pozemkům nebo hydrologicky uzavřeným podpovodím;
- Vyhodnocují pravděpodobné dráhy soustředěného odtoku a místa s potenciálem vzniku erozních rýh.

Návrh opatření

Na tomto základě se zpracuje návrh opatření – kombinace organizačních a agrotechnických (managementových) opatření s technickými prvky – a to vždy s ohledem na omezení vodní i větrné eroze. Navržená opatření se následně upraví a zpřesní z pohledu přístupnosti na pozemky, návaznosti na cestní síť, vlastnické a uživatelské vztahy a celkové krajinné struktury (např. vazby na liniové struktury, ÚSES, stabilní vegetaci). V závěrečné fázi se provede hydrologické posouzení celého návrhu a navrhne se funkční systém kombinace organizačních, agrotechnických a technických prvků (kombinace zasakovací a odváděcí funkce). Tento systém má za cíl zajistit jak zvýšení retence a infiltrace, tak bezpečné převedení extrémních odtoků.

Konkrétní metody hodnocení vycházejí z metod uvedených v metodikách a technických předpisech (viz kapitola 3.3).^{51, 52}

5. Související problémy

Kromě samotného designu je nezbytné při plánování krajinných struktur uvažovat některé související prvky, které přispívají k adaptaci na změny klimatu a mohou se stát součástí řešení.

5.1. Spontánní a historické struktury

Design je přirozeně relevantní pro krajinné struktury, které někdo designuje. Tedy pro ty, jež ještě nevznikly a budou cíleně zakládány. Nicméně součástí sítě jsou také struktury, které vznikly historicky, ke zcela jinému účelu, bez environmentálního záměru. Mohou být nezanedbatelně důležité: abundance pavouků je vyšší a pestřenek shodná v silničních okrajích oproti cíleně setým kvetoucím biopásům¹⁰⁸; neopevněné polní cesty s vegetačním okrajem mohou mít vyšší abundanci i druhovou rozmanitost motýlů než remízky¹⁰⁹. Nakládání s nimi potřebuje být součástí rozhodování na farmách. Tato kapitola shrnuje management tří častějších typů.

Management efemérních polních mokřadů

Na orné půdě občas vznikají plochy, na kterých stagnuje voda nebo jsou silně podmáčené. V některých případech může jít o poškozené meliorační systémy. Většinou se ale utvářejí za vhodných meteorologických podmínek v mělkých a nenápadných terénních depresích, při krajích mírně svažitéch polí a/nebo na půdě utužené zemědělským hospodařením.

Polní mokřady vznikají z tajícího sněhu a srážek v předjaří nebo později po silných deštích, v aluviích také někdy při záplavách či průsaky z podloží.¹¹⁰ Někdy se objevují v souvislosti s historickými lokalitami zrušených rybníků, zazemněnými říčními rameny, starými koryty narovnaných potoků či rozoranými slanisky a podmáčenými aluviálními loukami.^{78, 110, 111} Během roku pozvolna vysychají, což může trvat týdny i měsíce. Obvykle na stejném místě nevznikají každý rok a bez vody mohou být i několik let.¹¹¹ Někdy ovšem vydrží i více let.¹¹¹

Charakter polních mokřadů se odvíjí od pravidelné orby, dočasnosti a opakovaného vysychání. Tím se odlišují od chudších eutrofních rákosin v trvale pomáčených terénních depresích, které se občas v polích vyskytují. Menší mohou mít rozsah větší kaluže, ale často rozloha činí jednotky až desítky hektarů.¹¹¹ Často leží izolované a těžko přístupné v blocích orné půdy.

Polní mokřady jsou cenné jako refugia biodiverzity. V tom se liší od většiny krajinných struktur, které podporují vyšší abundanci i diverzitu vesměs běžnějších druhů zemědělské krajiny. Efemerní mokřady však poskytují biotop také řadě vzácných druhů. Na Znojemsku se v nich našlo 65 druhů z červených seznamů.¹¹⁰

Patří v současné nížinné krajině mezi hlavní biotopy velkých lupenonohých korýšů, jako je listonoh letní (*Triops cancriformis*), žábřonožka letní (*Branchipus schaefferi*) a škeblovka rovnohřbetá (*Leptestheria dahalacensis*).^{112, 113} Prakticky nahradily periodické aluviální tůně a mělká stepní jezera, která z teplých českých rovin ponejvíce zmizela.^{112, 113} Na 34 vysychavých polních mokřadech se našlo 250 druhů včel a vos, a to včetně desítek ohrožených druhů a specialistů mokřadů, podmáčených luk, písčín či otevřených sprašových biotopů.⁷⁸ Měly vyšší druhovou rozmanitost než trávníky na vápnitých substrátech.⁷⁸

Polní mokřady kolonizují obojživelníci, kteří preferují otevřené vlhké biotopy s dostatkem obnažené půdy: především ropucha zelená (*Bufo viridis*), často také blatnice skvrnitá (*Pelobates fuscus*).¹¹³ Mezi ptáky představují především jedno z nejdůležitějších útočišť bahňáků. Nejčastěji hnízdícím ptákem bývá čejka, která se vyskytuje víceméně na každé ověřované lokalitě.¹¹¹ Velká část české populace čejky už tak hnízdí na polích a přítomnost mělkého mokřadu zvyšuje reprodukční úspěšnost párů.¹¹¹ Běžně zde hnízdí také další bahňáci (vodouš rudonohý *Tringa totanus*, kulík říční *Charadrius dubius*) nebo konipas bílý a konipas luční: každý z nich se jen na jižní Moravě vyskytuje na desítkách lokalit.¹¹¹ Polní mokřady jsou více než 60 % jihomoravských hnízdišť vodouše rudonohého i největší část stálých lokalit, kde hnízdí opakovaně.¹¹⁴ Vzácně zahnízdí také vysloveně raritní bahňáci jako břehouš černoocasý (*Limosa limosa*) nebo pisila čáponohá (*Himantopus himantopus*).¹¹¹ Nicméně stejná místa slouží také jako potravní stanoviště pro vodouše kropenatého (*Tringa ochropus*), čápa bílého (*Ciconia ciconia*) i čápa černého (*Ciconia nigra*), racka chechtavého (*Chroicocephalus ridibundus*), kopřivku obecnou (*Mareca strepera*) či husici liščí (*Tadorna tadorna*).¹¹¹ Desítky druhů včetně vzácných bahňáků a vrubozobých je používají coby tahovou zastávku nebo zimoviště.¹¹¹ Nepřekvapivě více druhů bývá na větších a opakovaně zaplavovaných mokřadech.¹¹¹

Vegetaci efemerních polních mokřadů tvoří vesměs běžné polní plevely a vzácnější subhalofilní flóra či druhy obnažených břehů nebo letněných rybníků.¹¹⁰ Naopak většinou chybí vodní rostliny, protože netolerují soustavné zanikání akvatického biotopu. Bývají zde vesměs jedno- či dvouleté rostliny, které dobře snášejí periodickou orbu i opakované zamokřování a vysoušení půdy.^{110, 113} Patří mezi ně kriticky ohrožené druhy jako ibišek trojdílný (*Hibiscus trionum*) a sítina

kulatoplodá (*Juncus sphaerocarpus*), ohrožený myší ocásek nejmenší (*Myosurus minimus*) nebo vzácné druhy rozrazilů (*Veronica* spp.).^{110, 113}

Péče o efemerní polní mokřady je proto důležitým příspěvkem k síti krajinných struktur. Postačuje k ní zachovat status quo a chránit rozlivy před zánikem. K tomu je nezbytné ponechat je rutinnímu zemědělskému hospodaření: není nezbytné omezovat ani aplikaci herbicidů.¹¹⁰ Potřebná je pravidelná orba, diskování či vláčení, aby vegetační pokryv nepodléhal sukcesi. Měla by probíhat v srpnu nebo na podzim, kdy už vyhnízdili ptáci a půda bývá vyschlejší, a tudíž více přístupná pro techniku. Pěstování plodin nutně připadá na sušší roky, zatímco ve srážkově bohatších letech, kdy do něj beztak nelze vjíždět, bude rozliv ponechán ve fakticky bezzásahovém režimu. Prakticky jediným opatřením, které dává smysl navíc, by byla kontrola a objíždění ptačích hnízd na sousední půdě, aby se předešlo jejich zničení při polních pracích.

Nutné je ovšem chránit polní mokřady před zánikem: tedy před zavážením ornici nebo odpadem, zatravňováním, odvodněním (včetně prohlubování případně sousedících koryt), osázením rychle rostoucími dřevinami, budováním tůní či rybníčků nebo naopak opouštěním (viz také kapitola 5.2).

Management odvodňovacích kanálů a příkopů

Součástí některých nížinných krajín bývají odvodňovací kanály či příkopy. Obvykle jsou druhově chudší než tůně nebo přírodní vodoteče.¹¹⁵ Přesto mohou sloužit jako důležité útočiště biodiverzity, protože poskytují mokřadní biotopy s bohatou vegetací a také důležité zdroje vody, potravy nebo úkrytů, které v intenzivní krajině chybí.^{19, 116} Břehy s mírným sklonem mohou využívat bahňáci ke sběru potravy nebo hnízdění a další druhy ptáků podporuje nabídka akvatického i terestrického hmyzu, měkkýšů či semen.¹¹⁶

Kanály bývají druhově bohatší než sousední zemědělská půda dokonce i tehdy, pokud jsou situovány v loukách.¹⁹ Příčinou pravděpodobně bude větší heterogenita mikrobiotopů.¹⁹ Přispívá k ní gradient vlhkosti mezi suchou korunou hráze a vodní hladinou, různá orientace a svažitost břehů. Kanály podporují nejen mokřadní, ale také xerothermní organismy.

Biodiverzitu kanálů i břehové vegetace může významně ovlivnit používaný management, a to patrně především ve třech parametrech:

- **Potlačování dřevin a rákosí**

Zastínění kanálů dřevinami snižuje biodiverzitu rostlin i akvatických bezobratlých.²⁰ Menší množství dřevin ovšem může zvyšovat heterogenitu a vytvářet nové příležitosti pro druhy, jako je drozd zpěvný, který hnízdí v korunách a vyžaduje měkkou vlhkou půdu ke sběru potravy.^{20, 22}

Analogicky diverzita vážek je poměrně nízká v kanálech s vysokou pokryvností rákosových porostů.¹¹⁷ Vegetace rákosin zastiňuje vodní hladinu a potlačuje kratší, méně kompetitivní (tedy bezmála všechny ostatní) rostliny ve vlhkých partiích.¹¹⁷ Pro jiné skupiny ale může platit opačný vztah: druhové bohatství ptáků nebo pavouků roste v kanálech s vyšší abundancí rákosin.¹⁹ Kanály poskytují biotop pro typicky rákosinové druhy ptáků jako strnada rákosního, rákosníka zpěvného (*Acrocephalus palustris*), rákosníka obecného (*A. scirpaceus*) nebo rákosníka proužkovaného (*A. schoenobaenus*).¹¹⁶ S menší intenzitou sečení také roste abundance žab.¹⁷

Řešením je patrně diverzita managementů podobně jako u cíleně zakládaných krajinných struktur (viz kapitola 4.2): v některých segmentech kanálů systematicky potlačovat rákosí a ponechávat pouze roztroušené malé plošky¹¹⁷, ale jinde ponechávat rákosiny nebo dřeviny¹⁹.

- **Výška vodního sloupce**

S výškou vodního sloupce roste druhové bohatství akvatických rostlin a bezobratlých.²⁰ Může proto být přínosné instalovat do kanálů občasné (po 5-20 metrech) nízké přehrádky, které zvýší hloubku vody.^{17, 20} Zvyšují biomasu bezobratlých i abundanci ptáků (ale mohou snižovat druhové bohatství cévnatých rostlin).¹⁷ Nemusí se ovšem používat paušálně. Sezónně vysychající kanály mohou sloužit jako biotop pro některé specializované bezobratlé.²⁰

- **Ochranné pásy**

Akvatické ekosystémy zemědělských krajín v nížinách bývají silně eutrofizované pod tlakem živin importovaných ze sousední půdy. Zatravněný ochranný pás o šířce 3 metry, který kanál cloní před splachy syntetických hnojiv a úlety pesticidů, výrazně zvyšuje druhové bohatství rostlin.^{17, 118} Podporuje výskyt vzácnějších druhů a těch rostlin, které netolerují prostředí bohaté na dusík.¹⁷

Management drobných struktur v polích

Součástí zemědělské krajiny jsou nejrůznější drobné bodové struktury (viz Tab. 6).¹¹⁹ Mohou být uměle konstruované, polopřirodní, nebo dokonce vznikat kvůli odkládání odpadu. Velikost většinou činí jednotky nebo desítky metrů čtverečních, takže mapové podklady nebo statistiky je většinou neregistrují.¹¹⁹ Některé z nich jsou tradičně uznávány jako maloplošné, ale přinejmenším lokálně důležitý příspěvek k heterogenitě a konektivitě krajiny. Platí to především pro solitérní stromy a částečně keře.¹¹⁹ Jiné z těchto mikrostruktur byly naopak přehlíženy a jejich role je přinejlepším mlhavá a neprozkoumaná.

Tab. 6: Význam vybraných drobných bodových struktur v polní krajině

Struktura	Význam
Solitérní stromy	<ul style="list-style-type: none"> • Biotop saproxylického hmyzu a lišejníků • Hnízdiště pro stromové a dutinové ptáky • Potravní zdroj pro insektivorní a případně fruktivorní ptáky • Úkryt a pozorovatelná pro ptáky • Velikost (a potažmo stáří) stromů má pozitivní vztah k velikosti přínosů • Empirické doklady o benefitech pro biotu jsou silné
Solitérní keře (většinou s navazujícím travním podrostem)	<ul style="list-style-type: none"> • Hnízdiště některých druhů ptáků, například pěníce hnědokřídle nebo ťuhýka obecného • Chrání snůšky ptáků hnízdících na zemi před zemědělskou mechanizací • Úkryt za nepříznivého počasí, zejména pro zemní ptáky • Potravní zdroj pro insektivorní a fruktivorní (především hlohy nebo bez černý) ptáky • Potravní zdroj pro opylovače (hlohy, bez černý, trnka aj.) • Pozorovatelná pro lovcí insektivorní ptáky (ťuhýk obecný, bramborníčci <i>Saxicola</i> spp.) • Komplexy rozptýlených keřů jsou důležitým biotopem ťuhýka obecného, pěníce hnědokřídle, vrabce polního, zvonka zeleného nebo strnada obecného
Hnojiště	<ul style="list-style-type: none"> • Biotop řady bezobratlých • Potravní zdroj (dvoukřídlý hmyz a brouci) pro insektivorní ptáky jako vlaštovkovité, ťuhýka obecného nebo konipasa bílého a lučního • Přítomnost hnojišť v krajině zvyšuje reprodukční úspěšnost u vlaštovky obecné, což by mohlo platit i pro další insektivorní druhy (jiříčka obecná, konipas luční, čejka chocholatá, kulík říční) • Potravní zdroj (zbytky semen) pro granivorní ptáky (vrabec polní, strnad luční, strnad obecný aj.) • Oproti okolním polním kulturám podporují vyšší abundanci a druhové bohatství ptáků obecně i vzácnějších druhů (a to ve všech ročních obdobích, přičemž největší rozdíly jsou v zimě)

Struktura	Význam
	<ul style="list-style-type: none"> • Především v zimě mohou sloužit jako relativně teplé noční útočiště
Sloupy vysokého napětí (často s navazující ploškou travnatého nebo keřového porostu o rozloze několika desítek metrů čtverečních)	<ul style="list-style-type: none"> • Často zahrnují solitérní keře a mohou sloužit jako potravní zdroj, hnízdiště nebo úkryt pro ptáky či bezobratlé (viz výše) • Podporují vyšší druhové bohatství ptáků než sousední pole • Útočiště drobných a středně velkých savců (drobní hlodavci, zajíc polní, rejsek obecný <i>Sorex araneus</i>, bělozubka šedá <i>Crociodura suaveolens</i>, srnec obecný <i>Capreolus capreolus</i>) • Některé druhy ptáků používají samotnou konstrukci sloupu k hnízdění nebo jako pozorovatelnu (což ovšem, pokud jsou to predátoři, může limitovat hnízdění na ploše pod ní)
Meliorační skruže	<ul style="list-style-type: none"> • Často při krajích navazují nízké solitérní keře nebo maloplošné travní porosty, které mohou sloužit jako potravní zdroj a úkryt pro ptáky či bezobratlé
Malé sakrální stavby (většinou včetně navazujícího travnatého porostu, popřípadě keřů)	<ul style="list-style-type: none"> • Někteří ptáci je vyhledávají, zejména konopka obecná • Hnízdění sýkory koňadry (<i>Parus major</i>) nebo rehka domácího (<i>Phoenicurus ochruros</i>) • Praskliny využívají k reprodukci některé druhy samotářských včel
Sloupky a ploty	<ul style="list-style-type: none"> • Slouží jako pozorovatelnu pro lovící dravce nebo insektivorní ptáky jako ťuhýky a bramborníčky
Hromady větví nebo kamenů	<ul style="list-style-type: none"> • Potenciální hnízdiště některých druhů samotářských včel • Úkryt a prostor pro slunění plazů; ve vlhkých hromadách větví také může potravní zdroje nacházet ropucha obecná (<i>Bufo bufo</i>), popřípadě další obojživelníci (v obou případech je podmínkou, že hromady budou součástí plošně rozsáhlejší krajinné struktury s dalšími úkryty a zdroji potravy) • Bělořit obecný používá hromady kamení k hnízdění; rovněž úkryt a hnízdiště pro menší druhy ptáků • Potravní zdroj pro insektivorní ptáky lovící na zemi • Pozorovatelnu pro ptáky

^{1.} Zdroj: Podle Pustkowiak et al. 2021¹¹⁹, doplněno a rozšířeno podle Šálek et al. 2018¹²¹, Šálek et al. 2020¹²², Šálek et al. 2020¹²³, Šálek et al. 2023¹²⁴, Egloff et al. 2025¹²⁵

Malá pozornost se jim obvykle věnuje proto, že plošně malé struktury jsou většinou podstatně menší než biotopové nároky nebo domovské okrsky většiny druhů obratlovců a řady bezobratlých, například motýlů nebo včel.¹¹⁹

Přesto především pro epigeické bezobratlé mohou nečekaně malé struktury vytvářet biotop. Ostrůvky o rozloze několika desítek metrů čtverečních postačují pro specifická a druhově bohatá společenství pavouků nebo střevlíků a na druhové složení má větší vliv vegetační pokryv než velikost.¹²⁰

Navíc mohou zvyšovat heterogenitu prostředí a poskytovat dílčí potravní či reprodukční zdroje nebo úkryt také pro skupiny, jež mají větší domovské okrsky nebo komplexnější biotopové nároky. V kombinaci s dalšími strukturami tak vytvářejí příhodnější prostředí. Rovněž mohou sloužit jako nášlapné kameny, po nichž se organismy pohybují krajinou.

Tyto struktury z podstaty věci nevznikají cíleně coby proenvironmentální opatření. Šlo by dělat dílčí úpravy, které by zvýšily jejich hodnotu – například intervencemi do druhové skladby bylinného patra pod solitérními stromy nebo keři. Je ale potřeba brát v úvahu, že často jde o velmi malé plošky, které jsou exponovány silnému vlivu agrochemikálií (splachy syntetických hnojiv, úlety pesticidů). Není náhodou, že například ve vegetaci pod sloupy vysokého napětí často dominují nitrofilní rostliny jako bez černý (*Sambucus nigra*). Navíc jejich využití pro druhově bohatší biotopy, jež vyžadují pravidelný management, by vyžadovalo, aby byly dostupné pro techniku – což u plošek obklopených polní kulturou může být obtížné. Možnosti účinných opatření tudíž mohou narazit na limity rozměrů a geometrie.

5.2. Krajinné struktury jako riziko

Krajinné struktury ovšem mohou pro biotu představovat také riziko, které postup při jejich zakládání musí minimalizovat. Ilustrují to dva příklady:

- **Nevhodné použití dřevin**

Nevhodně zvolené dřevinné struktury mohou vést ke zvýšené predaci zejména ptačích hnízd v sousedním terénu nebo snížit atraktivitu biotopu (viz kapitola 3.2). Někteří ptáci jako čejka chocholatá a břehouš černoocasý se vyhýbají i solitérním stromům a keřům.¹²⁶ Výskyt konipasa lučního, strnada lučního, strnada rákosního a bramborníčka hnědého (*Saxicola rubetra*) v lučních ekosystémech klesá s hustotou rozptýlených remízků.¹²⁷ Proto by se ve stanovištích s ověřeným

výskytem druhů vázaných na otevřené trávnické neměly používat dřevinné struktury, nýbrž jiná řešení.

- **Zábory cenných biotopů**

Umístování krajinných struktur se také musí vyhnout cenným plochám, jež i bez předchozího zásahu tvoří důležitý a biologicky hodnotný biotop, který by byl zničen přeměnou na nový prvek. K tomu překvapivě často dochází. Prověřování 490 nově vybudovaných tůní na Moravě ukázalo, že 175 z nich bylo situováno přímo na efemerních polních mokřadech.¹²⁸ Šlo tedy o zbytečnou investici – na místě už kvalitní krajinná struktura byla. Navíc nově založené tůně běžně mívají nízkou kvalitu: jsou přímo zásobovány vodotečemi napojenými na obecní kanalizace a/nebo umístovány do depresí v polní krajině, rychle eutrofizují a zarůstají druhově chudými rákosinami.^{114, 128} Druhové bohatství obojživelníků, bezobratlých a zooplanktonu bývá po několika letech od založení nižší než v polních mokřadech.¹²⁸

Patrně není jiné praktické řešení než ad hoc posuzování dílčích záměrů, předcházejícího stavu lokality a kvality její bioty. Při rozhodování o designu a zejména konkrétním umístění je takto nutné ověřit případné škody a vyhnout se řešením, při kterých by došlo ke ztrátám.

6. Shrnutí

- **Krajinné struktury se nemohou plánovat v izolaci**

Účinná ochrana proti erozi musí být plánována jako systém, který se skládá z organizačních (uspořádání krajiny a hospodaření), agrotechnických (zemědělský management) a technických opatření. Každá z těchto kategorií přímo zavádí krajinné struktury nebo implikuje jejich rozmístění. Nicméně v každé se také uplatňují strategie, které využívají jiná řešení. Faremní plánování s tím potřebuje počítat.

- **Klíčem ke konektivitě je hustota**

Naopak, pro adaptaci biodiverzity na změny klimatu je rozhodující hustota struktur. Aby při změnách klimatu mohly pružně migrovat, populace potřebují prostupnou krajinu. Konektivitu biotopů lze zvýšit především vyšší hustotou, aby vznikl systém nášlapných kamenů, po nichž se organismy mohou v krajině pohybovat. Může, ale nemusí (a často ani nemohou) být fyzicky propojené. Prostupnost především záleží na tom, zda se v krajině nachází dostatek farem s dostatečně hustými soustavami dílčích biotopů.

- **Vhodný je synergický design dílčích opatření**

Je naprosto legitimní při plánování prioritizovat některé rozměry adaptace na změny klimatu před jinými. Opatření se nejčastěji navrhuje tak, aby především chránila pozemky před nepříznivými vlivy povrchových vod a eroze. Nicméně stále častěji se připravují tak, aby synergicky přispěly také ke zpomalování odtoku, doplňování půdní vláhy, biodiverzitě a tlumení teplotních extrémů v krajině.

- **Plánování může využívat standardizované metodiky**

Ochrana před některými riziky změn klimatu má víceméně univerzální povahu. Především protierozní opatření řídí omezený počet fyzikálních faktorů. Nutně se do nich promítají lokální poměry, nicméně elementární principy působí všude prakticky stejně. Proto jsou systematicky zpracované a standardizované formálními metodikami, které lze rutinně používat při designování konkrétních projektů. Naopak biodiverzita se skládá z množství extrémně heterogenních nároků dílčích organismů – a tyto nároky jsou často i protichůdné.

- **Protierozní opatření a management srážkové vody často vyžadují projektování na návrhové parametry**

Pro podporu biodiverzity je důležité dodržení designových principů a parametrů, které platí víceméně obecně; přesné provedení se může poměrně volně odvozovat od potřeb hospodaření na pozemku. Naopak při ochraně před erozí a managementu srážkové vody se konkrétní opatření podle své funkce lokálně navrhují na jeden či více návrhových parametrů. Pro dimenzování protierozních i drobných vodohospodářských staveb je nutná znalost celkového objemu odtoku (retenční a akumulární prvky), kulminačního průtoku (odváděcí prvky) a průběhu hydrogramu (retardační opatření), přičemž je vhodné, aby návrhové parametry reflektovaly také kvalitu vody a transport splavenin (sediment, fosfor, dusík).

- **Pro konektivitu je klíčová vysoká heterogenita v prostoru a čase**

Pro agrotechnický design krajinných struktur je důležité, aby organismům poskytovaly plnou škálu nejrůznějších nezbytných zdrojů: potravy pro různá vývojová stadia, místa pro reprodukci, úkrytu před predátory i před nepříznivým počasím atd. Různé druhy – nebo skupiny – rostlin a živočichů ovšem vyžadují různé zdroje, a tudíž mají odlišné biotopové preference. Proto je obtížné prioritizovat mezi krajinnými strukturami a jejich managementy. Pragmatickým řešením je vysoká heterogenita v prostoru a čase.

- **Proto je důležitá mozaika různých struktur i managementů...**

V polní krajině se musí nacházet dostatečně rozmanitá (a přitom dostatečně hustá) mozaika složená ze širokého spektra různých krajinných struktur i managementových přístupů k nim (například travobylinné prvky s různou intenzitou seče). K heterogenitě může přispívat také variabilita jejich umístění (například střídání mírných a prudších svahů nebo jižní a severní orientace). Pravděpodobně nejrozumnější přístup je lokální rozhodnutí ponechat na farmářích a spolehnout se, že dostatečnou diverzitu dodá rozmanitost zvyků, přístupů, potřeb, možností a příležitostí na trhu.

- **...aby každá struktura byla také mozaikou...**

K naplnění nároků ovšem pomůže také vnitřní heterogenita struktur samotných. Může k ní přispívat například diverzita druhové skladby (osevních směsí, výsadby dřevin) sestavená tak, aby zajišťovala různé biologické potřeby. Například pro bezobratlé je důležité bohaté složení kvetoucích dvouděložných rostlin i nabídka málo sečených trsnatých trav, které slouží jako úkryt.

- **...a mozaika různých fází managementu v prostoru a čase**

Důležitá jsou ovšem také heterogenita v čase. Patrně nejlépe ji zajistí kombinace různých fází managementu v prostoru – například travobylinných prvků čerstvě posečených a ponechaných aktuálně ke kvetení.

- **Užitečným řešením jsou opatření kombinující více krajinných struktur**

Součástí řešení patrně budou kombinace opatření. Dobrým příkladem jsou sendvičová řešení různých typů pásů na polních okrajích nebo podél remízků, větrolamů či jiných trvalých struktur.

- **Důležité jsou také otevřené biotopy, nejen dřeviny a vodní plochy...**

Důležitou strukturou v zemědělské krajině jsou různé otevřené biotopy bez dřevinného pokryvu. Některé skupiny živočichů nebo rostlin na nich nenahraditelně závisí. Patří mezi ně struktury trvalejší (například různé travobylinné pásy) i extrémně dočasné (například plošky s obnaženou půdou nebo řídkou a nízkou bylinnou vegetací).

- **...a to včetně dočasných struktur na několik měsíců či let**

Dočasné struktury poskytují jiné zdroje než trvalé. Někdy jde o zdroje, které jsou v zemědělské krajině deficitnější – a proto patrně důležitější – než ty, jež organismy najdou v trvalých strukturách.

- **Součástí řešení jsou struktury, které vznikly z jiných důvodů**

Design je přirozeně relevantní pro krajinné struktury, které někdo designuje. Nicméně součástí mozaiky jsou také struktury, které vznikly historicky, ke zcela jinému účelu. Patří mezi ně například efemérní polní mokřady, odvodňovací kanály či příkopy, polní cesty nebo nejrůznější drobné struktury v polích. Nakládání s nimi potřebuje být součástí rozhodování na farmách.

- **Některé struktury mohou nadělat více škody než užitku**

Krajinné struktury mohou představovat také riziko, které postup při jejich zakládání musí minimalizovat. Například nevhodně umístěné dočasné struktury s obnaženou půdou by mohly posílit erozní riziko. Nesprávně zvolené dřevinné struktury mohou vést ke zvýšené predaci zejména ptačích hnízd. Umisťování krajinných struktur se také musí vyhnout cenným plochám, jež i bez předchozího zásahu tvoří důležitý a biologicky hodnotný biotop, který by byl zničen přeměnou na nový prvek.

7. English summary

- **Non-productive landscape elements cannot be planned in isolation.**

Effective erosion control requires an integrated system that incorporates organisational measures (such as spatial planning and farm management), agrotechnical measures (agricultural management), and technical measures. Each of these categories directly introduces non-productive landscape elements or implies their placement. However, each category also employs other strategies. Farm planning needs to take this into account.

- **Density is key to connectivity.**

Conversely, the density of landscape elements is crucial for adaptation of biodiversity. In order to adapt to climate change and migrate across landscapes, populations require connectivity. Habitat connectivity can be increased primarily by a high density of landscape elements serving as stepping stones, which populations can use to move across the landscape. These landscape elements may or may not be physically linked to each other. The presence of enough farms with sufficiently dense systems of landscape elements is the primary factor in connectivity.

- **Synergic design of individual measures is preferable.**

When planning, it is perfectly legitimate to prioritise certain aspects of climate change adaptation over others. Landscape elements are most often designed to manage rainwater and prevent soil erosion. However, they are increasingly being designed to contribute to slowing runoff, replenishing soil moisture, supporting biodiversity, and mitigating temperature extremes in the landscape, too.

- **Planning can make use of pre-existing standardised methodologies.**

In some respects, climate change adaptation is universal in nature. For instance, the prevention of soil erosion is governed by a limited set of physical factors. While local conditions necessarily influence these measures, the basic principles remain largely the same everywhere. This is why formal methodologies and standards are already available for certain adaptation criteria. Biodiversity, on the other hand, consists of the highly heterogeneous needs of individual species and populations, which are often contradictory.

- **Erosion control measures and rainwater management often require a design based on specific parameters.**

An effective contribution to the adaptation of biodiversity to climate change can be based on general design principles and parameters, with specific implementation based on local farm management needs. However, landscape elements for the prevention of soil erosion and rainwater management are typically designed locally, using one or more measurable design parameters. In order to dimension erosion control and small water management structures, the total runoff volume (retention and accumulation elements), peak flow (drainage elements) and hydrograph (retention measures) must be known. Design parameters should also reflect water quality and sediment transport (e.g. sediment, phosphorus and nitrogen).

- **Heterogeneity in space and time is a crucial requirement of connectivity.**

In order to support a variety of organisms, farmland habitats must provide a full range of essential resources, including food at all stages of development, resources for reproduction and shelter from predators and adverse weather conditions. However, different species of plants and animals require different resources and therefore have different habitat preferences. This makes it challenging to prioritise landscape elements and their management. One pragmatic solution is to maintain high heterogeneity in space and time.

- **A variety of different habitats and management strategies are important.**

Farmland should provide a diverse and dense mosaic of a wide variety of landscape elements and management strategies (e.g. grassland with different mowing frequencies). Variability in their location (e.g. alternating gentle and steep slopes, or south- and north-facing sites) can also contribute to heterogeneity. The most sensible approach is probably to leave local decisions to farmers, relying on the diversity of their habits, approaches, needs, possibilities and opportunities to provide sufficient diversity.

- **Each habitat feature should also be diverse.**

However, heterogeneity in the landscape elements themselves will also help to provide diverse resources. This can be achieved by using species-rich seed mixtures or planting a variety of tree species to meet various biological needs. For invertebrates, for instance, a variety of flowering plants as well tufted grasses that are mown infrequently and provide winter shelter are important.

- **Different management phases in space and time are a part of the mosaic.**

However, heterogeneity over time is also important. This can be achieved by alternating between management phases, such as mowing some areas and leaving others to flower.

- **Measures that combine multiple landscape structures are a useful solution.**

One example of this is the 'sandwich' combination of various types of strips along field edges, hedgerows, windbreaks and other permanent structures.

- **Open habitats are important too, not just trees and water bodies.**

Open habitats (i.e. those without tree cover) are an important feature of the agricultural landscape. Much biodiversity depends on them. These include permanent structures such as grass strips, as well as temporary ones such as exposed soil or sparse, low herbaceous vegetation.

- **This includes temporary landscape elements that last several months or years.**

Temporary landscape elements offer different resources to permanent ones. These resources are sometimes scarcer in agricultural landscapes and are therefore probably more important than those found in permanent structures.

- **Landscape elements created for other purposes also form part of the mosaic.**

Alongside structures designed specifically for climate change adaptation, the rich mosaic includes structures that were historically created for a different purpose. Examples include ephemeral wetlands in arable fields, drainage ditches, farm roads, and various minor structures in fields. The management of these landscape elements must be incorporated into decision-making processes on farms.

- **Some measures can cause more harm than good.**

Landscape elements can pose risks that need to be minimised. For instance, improperly located temporary elements with exposed soil could increase erosion risk. Inappropriately planted trees can increase the risk of predation, particularly of bird nests. New landscape elements must also avoid replacing or damaging valuable pre-existing habitats.

8. Prameny

2. Gonthier, D. J., Ennis, K. K., Farinas, S., Hsieh, H.-Y., Iverson, A. L., Batáry, P., Rudolphi, J., Tschardtke, T., Cardinale, B. J., Perfecto, I., 2014. Biodiversity conservation in agriculture requires a multi-scale approach. *Proceedings of the Royal Society B* 281, 20141358. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.1358>
3. Parmesan, C., Yohe, G., 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421, 37–42. <https://doi.org/10.1038/nature01286>
4. Araújo, M. B., Peterson, A. T., 2012. Uses and misuses of bioclimatic envelope modeling. *Ecology* 93, 1527–1539. <https://doi.org/10.1890/11-1930>
5. Kareiva, P., Mervier, M., 2017. *Conservation Science: Balancing the Needs of People and Nature*. W.H. Freeman, New York
6. Davis, A. J., Jenkinson, L. S., Lawton, J. H., Shorrocks, B., Wood, S., 1998. Making mistakes when predicting shifts in species range in response to global warming. *Nature* 391, 783–786. <https://doi.org/10.1038/35842>
7. Willis, K. J., Bhagwat, S. A., 2009. Biodiversity and climate change. *Science* 326, 806–807. <https://doi.org/10.1126/science.1178838>
8. *European Climate Risk Assessment*. European Environment Agency, Copenhagen 2024.
9. *Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR*. Ministerstvo životního prostředí, Praha 2015.
10. *Koncepce ochrany před následky sucha pro území České republiky*. Ministerstvo zemědělství–Ministerstvo životního prostředí, Praha 2017.
11. CzechGlobe – Ústav výzkumu globální změny AV ČR: *InterSucho: Monitor sucha a dopadů na zemědělství v ČR*. <https://www.intersucho.cz>
12. European Environment Agency: *Drought impact on ecosystems (EU SDG 15_42)*. <https://www.eea.europa.eu/en/datahub/datahubitem-view/c7c868d8-95dc-4f23-9dde-4cdc2738cc4d>
13. Beier, P., Brost, B., 2010. Use of land facets to plan for climate change: conserving the arenas, not the actors. *Conservation Biology* 24, 701–710. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01422.x>
14. Forman, R. T. T., 1995. *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press, Cambridge.
15. Staley, J. T., Wolton, R., Norton, L., 2024. *Definition of Favourable Conservation Status for Hedgerows*. Natural England.
16. Cranmer, L., McCollin, D., Ollerton, J., 2012. Landscape structure influences pollinator movements and directly affects plant reproductive success. *Oikos* 121, 562–568. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2011.19704.x>

17. Slade, E.M., Merckx, T., Riutta, T., Bebbler, D.P., Redhead, D., Riordan, P., Macdonald, D.W., 2013. Life-history traits and landscape characteristics predict macro-moth responses to forest fragmentation. *Ecology* 94, 1519-1530. <https://doi.org/10.1890/12-1366.1>
18. Dicks, L. V., Ashpole, J. A., Dänhardt, J., James, K., Jönsson, A. M., Randall, N., Showler, D. A., Smith, R. K., Turpie, S., Williams, D., Sutherland, W. J., 2014. *Farmland Conservation: Evidence for the Effects of Interventions in Northern and Western Europe*. Pelagic Publishing, Exeter.
19. Sarlöv Herlin, I.L., Fry, G.L., 2000. Dispersal of woody plants in forest edges and hedgerows in a Southern Swedish agricultural area: the role of site and landscape structure. *Landscape Ecology* 15, 229–242. <https://doi.org/10.1023/A:1008170220639>
20. Tölgyesi, C., Torma, A., Bátori, Z., Šeat, J., Popović, M., Gallé, R., Gallé-Szpisjak, N., Erdős, L., Vinkó, T., Kelemen, A., Török, P., 2022. Turning old foes into new allies — Harnessing drainage canals for biodiversity conservation in a desiccated European lowland region. *Journal of Applied Ecology* 59, 89–102. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14030>
21. Shaw, R. F., Johnson, P. J., Macdonald, D. W., Feber, R., E., 2015. Enhancing the biodiversity of ditches in intensively managed UK farmland. *PLoS ONE* 10, e0138306. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138306>
22. Beier, P., Noss, R. F., 1998. Do habitat corridors provide connectivity? *Conservation Biology* 12, 1241-1252. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.1998.98036.x>
23. Wilson, J. D., Evans, A. D., Grice, P. V., 2009. *Bird Conservation and Agriculture*. Cambridge University Press, Cambridge.
24. Lenoir, J., Decocq, G., Spicher, F., Gallet-Moron, E., Buridant, J., Closset-Kopp, D., 2021. Historical continuity and spatial connectivity ensure hedgerows are effective corridors for forest plants: Evidence from the species–time–area relationship. *Journal of Vegetation Science* 32, e12845. <https://doi.org/10.1111/jvs.12845>
25. Romportl, D. (ed.), 2017. *Atlas fragmentace a konektivity terestrických ekosystémů v České republice*. Agentura ochrany přírody a krajiny, Praha.
26. Baudry, J., Bunce, R.G.H., Burel, F., 2000. Hedgerows: An international perspective on their origin, function and management. *Journal of Environmental Management* 60, 7-22. <https://doi.org/10.1006/jema.2000.0358>.
27. Sharps, E., Hawkes, R. W., Bladon, A. J., Buckingham, D. L., Border, J., Morris, A. J., Grice, P. V., Peach, W. J., 2023. Reversing declines in farmland birds: How much agri-environment provision is needed at farm and landscape scales? *Journal of Applied Ecology* 60, 568–580. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14338>
28. Buner, F., Jenny, M., Zbinden, N., Naef-Daenzer, B., 2005. Ecologically enhanced areas – a key habitat structure for re-introduced grey partridges *Perdix perdix*. *Biological Conservation* 124, 373-381. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.01.043>.
29. Zámečník, V., 2013. *Metodická příručka pro praktickou ochranu ptáků v zemědělské krajině*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.

30. Fuller, R.J., Chamberlain, D.E., Burton, N.H.K., Gough, S.J., 2001. Distributions of birds in lowland agricultural landscapes of England and Wales: How distinctive are bird communities of hedgerows and woodland? *Agriculture, Ecosystems & Environment* 84, 79-92. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00194-8](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00194-8).
31. Dicks, L.V., Baude, M., Roberts, S.P.M., Phillpis, J., Green, M. and Cavell, C., 2015. How much flower-rich habitat is enough for wild pollinators? Answering a key policy question with incomplete knowledge. *Ecological Entomology* 40, 22-35. <https://doi.org/10.1111/een.12226>
32. Boetzi, F. A., Krauss, J., Heinze, J., Hoffmann, H., Juffa, J., König, S., Krimmer, E., Prante, M., Martin, E.A., Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I., 2021. A multitaxa assessment of the effectiveness of agri-environmental schemes for biodiversity management. *Proceedings of the National Academy of Science* 118, e2016038118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2016038118>
33. Bullock, J. M., McCracken, M. E., Bowes, M. J., Chapman, R. E., Graves, A. R., Hinsley, S. A., Hutchins, M. G., Nowakowski, M., Nicholls, D. J. E., Oakley, S., Old, G. H., Ostle, N. J., Redhead, J. W., Woodcock, B. A., Bedwell, T., Mayes, S., Robinson, V. S., Pywell, R. F., 2021. Does agri-environmental management enhance biodiversity and multiple ecosystem services? A farm-scale experiment. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 320, 107582. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107582>.
34. Venturo, A., Štrobl, M., Pařízek, V., Reif, J., Tajovský, K., Knapp, M. 2026. Wildflower strips support birds and ground-dwelling arthropods during winter period regardless of mowing régime. *Biological Conservation* 313, 111578. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2025.111578>.
35. Filippi-Codaccioni, O., Devictor, V., Bas, Y., Julliard, R., 2010. Toward more concern for specialisation and less for species diversity in conserving farmland biodiversity. *Biological Conservation* 143, 1493-1500. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.03.031>.
36. Cole, L.J., Kleijn, D., Dicks, L.V., Stout, J. C., Potts, S. G., Albrecht, M., Balzan, M. V., Bartomeus, I., Bebeli, P. J., Bevk, D., Biesmeijer, J. C., Chlebo, R., Dautarté, A., Emmanouil, N., Hartfield, C., Holland, J. M., Holzschuh, A., Knoben, N. T. J., Kovács-Hostyánszki, A., Mandelik, Y., Panou, H., Paxton, R. J., Petanidou, T., Pinheiro de Carvalho, M. A. A., Rundlöf, M., Sarthou, J.-P., Stavrínides, M. C., Jose Suso, M., Szentgyörgyi, H., Vaissière, B. E., Varnava, A., Vilà, M., Zemeckis, R., Scheper, J., 2020. A critical analysis of the potential for EU Common Agricultural Policy measures to support wild pollinators on farmland. *Journal of Applied Ecology* 57, 681-694. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13572>
37. Ollerton, J., 2021. *Pollinators & Pollination: Nature and Society*. Pelagic Publishing, London.
38. Ollerton, J., 2017. Pollinator diversity: distribution, ecological function, and conservation. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 48, 353-376. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110316-022919>
39. Li, P., Kleijn, D., Badenhausser, I., Zaragoza-Trello, C., Gross, N., Raemakers, I., Scheper, J., 2020. The relative importance of green infrastructure as refuge habitat for pollinators increases with local land-use intensity. *Journal of Applied Ecology* 57, 1494-1503. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13658>

40. Bihaly, Á.D., Piross, I.S., Pellaton, R., Szigeti, V., Somay, L., Vajna, F., Soltész, Z., Báldi, A., Sárospataki, M., Kovács-Hostyánszki, A., 2024. Landscape-wide floral resource deficit enhances the importance of diverse wildflower plantings for pollinators in farmlands. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 367, 108984. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2024.108984>.
 41. Wilson, J. D., Morris, A. J., Arroyo, B. E., Clark, S. C., Bradbury, R. B., 1999. A review of the abundance and diversity of invertebrate and plant foods of granivorous birds in northern Europe in relation to agricultural change. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 75, 13–30. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00064-X](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00064-X)
 42. Suter, W., Graf, R.F. Hess, R., 2002. Capercaillie (*Tetrao urogallus*) and avian biodiversity: Testing the umbrella-species concept. *Conservation Biology* 16, 778–788. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.01129.x>
 43. Tälle, M., Ranius, T., Öckinger, E., 2023. The usefulness of surrogates in biodiversity conservation: A synthesis. *Biological Conservation* 288, 110384. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110384>.
 44. Roberge, J.-M., Angelstam, P., 2004. Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. *Conservation Biology* 18, 76–85. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00450.x>
 45. Branton, M., Richardson, J.S., 2011. Assessing the value of the umbrella-species concept for conservation planning with meta-analysis. *Conservation Biology* 25, 9–20. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01606.x>
 46. Rands, M. R. W., 1987. Hedgerow management for the conservation of partridges *Perdix perdix* and *Alectoris rufa*. *Biological Conservation* 40, 127–139. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(87\)90063-2](https://doi.org/10.1016/0006-3207(87)90063-2)
 47. Rands, M. R. W., 1986. Effect of hedgerow characteristics on partridge breeding densities. *Journal of Applied Ecology* 23, 479–487. <https://doi.org/10.2307/2404030>
 48. Černý, M., Rymešová, D., Šálek, M., 2020. Habitat scarcity forms an ecological trap for the grey partridge (*Perdix perdix*) within a central European agricultural landscape. *European Journal of Wildlife Research* 66, 83. <https://doi.org/10.1007/s10344-020-01422-w>
 49. Kuijper, D.P.J., Oosterveld, E., Wymenga, E., 2009. Decline and potential recovery of the European grey partridge (*Perdix perdix*) population—a review. *European Journal of Wildlife Research* 55, 455–463. <https://doi.org/10.1007/s10344-009-0311-2>
 50. Partridge 60: Brewin, J., Buner, F., Ewald, J., 2020. *Farming with Nature: Promoting Biodiversity across Europe through Partridge Conservation*. The Game & Wildlife Conservation Trust, Fordingbridge.
 51. Orłowski, G., Czarnecka, J., Panek, M., 2011. Autumn–winter diet of Grey Partridges *Perdix perdix* in winter crops, stubble fields and fallows. *Bird Study*, 58, 473–486. <https://doi.org/10.1080/00063657.2011.606498>
 52. Podhrázská, J., Bendář, M., Dostál, T., Dumbrovský, M., Martin, H., 2024. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha.
-

53. Kadlec, V., Dostál, T., Vrána, K., Kavka, P., Krása, J., Devátý, J., Podhrázká, J., Pochop, M., Kulířová, P., Heřmanovská, D., Novotný, I., Papaj, V., 2014. *Navrhování technických protierozních opatření: metodika*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha.
54. Kratschmer, S., Hauer, J., Zaller, J. G., Dürr, A., Weninger, T., 2024. Hedgerow structural diversity is key to promoting biodiversity and ecosystem services: A systematic review of Central European studies. *Basic and Applied Ecology* 78, 28-38. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2024.04.010>.
55. Reif, J., Telenský, T., Klvaňa, P., Cepák, J., Storch, D., 2025. Farmland bird decline is associated with a strong population limitation of open-habitat species. *Basic and Applied Ecology* 86, 45-54. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2025.03.010>.
56. Nowakowski, M., Pywell, R.F., 2016. *Habitat Creation and Management for Pollinators*. Centre for Ecology & Hydrology, Wallingford.
57. Nichols, R.N., Wood, T.J., Holland, J.M., Goulson, D., 2022. Role of management in the long-term provision of floral resources on farmland. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 335, 108004. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108004>.
58. Weninger, T., Scheper, S., Lackóová, L., Kitzler, B., Gartner, K., King, N. W., Cornelis, W., Strauss, P., Michel, K., 2021. Ecosystem services of tree windbreaks in rural landscapes—a systematic review. *Environmental Research Letters* 16, 103002. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac1d0d>
59. Vickery, J. A., Feber, R. E., Fuller, R. J., 2009. Arable field margins managed for biodiversity conservation: A review of food resource provision for farmland birds. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 133, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2009.05.012>.
60. Schaub, M., Martinez, N., Tagmann-Ioset, A., Weisshaupt, N., Maurer, M.L., Reichlin, T.S., Abadi, F., Zbinden, N., Jenni, L., Arlettaz, 2010. Patches of bare ground as a staple commodity for declining ground-foraging insectivorous farmland birds. *PLoS ONE* 5, e13115. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013115>
61. Šlachta, M., Erban, T., Votavová, A., Cudlín, O., Cudlín, P., Halešová, T., 2021. *Metodika podpory populací samotářských včel v agroekosystémech*. Ústav výzkumu globální změny AV ČR–Výzkumný ústav rostlinné výroby–Zemědělský výzkum–ALS Czech Republic, Brno–Praha–Třebíč.
62. Albrecht, H., Cambecèdes, J., Lang, M., Wagner, M., 2016. Management options for the conservation of rare arable plants in Europe. *Botany Letters* 163, 389–415. <https://doi.org/10.1080/23818107.2016.1237886>
63. Gabrielová, J., Černá, L., Münzbergová, Z., 2011. Jak souvisí změny v rozšíření kriticky ohrožených druhů rostlin České republiky s jejich biologickými vlastnostmi a ekologickými nároky? *Příroda, Praha* 31. 345–370.
64. Štefánek, M., 2018. Stále mizející polní plevel. *Ochrana přírody* 4/2018: 2-5.
65. Fabšičová, M., Frei, I., Jiroušek, M., Smetanová, S., Šipoš, J., Trnka, F., Vymyslický, T., Winkler, J., Zdražilová, M., 2023. *Podpora biodiverzity travních porostů pomocí maloplošných úhorů*. Zemědělský výzkum – Botanický ústav AV ČR – Mendelova univerzita v Brně, Brno-Třebíč.

66. Wietzke, A., Albert, K., Bergmeier, E., Sutcliffe, L. M. E., van Waveren, C.-S., Leuschner, C., 2020. Flower strips, conservation field margins and fallows promote the arable flora in intensively farmed landscapes: Results of a 4-year study. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 304, 107142.
67. Twerski, A., Albrecht, H., Fründ, J., Moosner, M., Fischer, C., 2022. Effects of rare arable plants on flower-visiting wild bees in agricultural fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 323, 107685. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107685>.
68. Šálek, M., Bažant, M., Žmihorski, M., Gamero, A., 2022. Evaluating conservation tools in intensively-used farmland: Higher bird and mammal diversity in seed-rich strips during winter. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 327, 107844, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107844>.
69. Šmöger, J., Brant, V., Tošovský, F., Poláková, M., Kroulík, M., Kapička, J., Čejka, J., Dvořák, P., Holejšovský, J., Procházka, P., 2023. *Cílené ozelenění kolejových řádků aplikátorů kapalných a pevných látek v konvenčním a ekologickém zemědělství*. Spolek pro inovace a udržitelné zemědělství, Klíčany.
70. Beninde, J., Hunke, P., 2025. The use of skylark plots by the European Skylark (*Alauda arvensis*) in Germany. *Journal of Ornithology* 166, 603–607. <https://doi.org/10.1007/s10336-024-02222-8>
71. Hološková, A., Ridzoň, J., Reif, J., 2025. Using the EU's Common Agricultural Policy to improve the habitat for farmland birds in landscapes with excessively large arable fields: Buffer strips in Slovakia. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 381, 109461. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2024.109461>.
72. Thomas, S.R., Goulson, D., Holland, J.M., 2001. Resource provision for farmland gamebirds: the value of beetle banks. *Annals of Applied Biology* 139, 111–118. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2001.tb00135.x>
73. Grondard, N., Kleyheeg, E., Hein, L. Van Bussel, L. G. J., 2023. Effects of Dutch agri-environmental field margins and bird plots on cropland birds, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 349. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108430>
74. Dunn, J. C., Morris, A. J., 2012. Which features of UK farmland are important in retaining territories of the rapidly declining Turtle Dove *Streptopelia turtur*? *Bird Study* 59, 394–402, <https://doi.org/10.1080/00063657.2012.725710>
75. Ren, Y., Princé, K., Bocher, P., Champagnon, J., Duriez, O., Jiguet, F., 2025. Defining optimal small woody features and water densities to maximize European turtle-dove (*Streptopelia turtur*) occurrence in French agricultural landscapes. *Biological Conservation* 309, 111302. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2025.111302>.
76. Dunn, J. C., Morris, A. J., Grice, P. V., 2017. Post-fledging habitat selection in a rapidly declining farmland bird, the European Turtle Dove *Streptopelia turtur*. *Bird Conservation International* 27, 45–57. <https://doi.org/10.1017/S0959270916000022>
77. *SPPK B02 001: 2014. Vytváření a obnova tůň*. Agentura ochrany přírody a krajiny, Praha 2014.
78. Zavadil, V., Sádlo, J., Vojar, J. (eds.), 2011. *Biotopy našich obojživelníků a jejich management*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.

79. Heneberg, P., Bogusch, P., Řezáč, M., 2018. Numerous drift sand “specialists” among bees and wasps (Hymenoptera: Aculeata) nest in wetlands that spontaneously form de novo in arable fields. *Ecological Engineering* 117, 133-139. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.04.007>
80. Lewis-Phillips, J., Brooks, S. J., Derek Sayer, C., Patmore, I. R., Hilton, G. M., Harrison, A., Robson, H., Axmacher, J. C., 2020. Ponds as insect chimneys: Restoring overgrown farmland ponds benefits birds through elevated productivity of emerging aquatic insects. *Biological Conservation* 241, 108253. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108253>.
81. Walton, R. E., Sayer, C. D., Bennion, H., Axmacher, J. C., 2021. Improving the pollinator pantry: Restoration and management of open farmland ponds enhances the complexity of plant-pollinator networks. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 320, 107611. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107611>
82. Lewis-Phillips, J., Brooks, S., Sayer, C. D., McCrea, R., Siriwardena, G., Axmacher, J. C., 2019. Pond management enhances the local abundance and species richness of farmland bird communities. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 273, 130-140. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.12.015>
83. Sayer, C. D., Biggs, J., Greaves, H.M., Williams, P. 2023. *Guide to the Restoration, Creation and Management of Ponds*. University College London, London.
84. Graham, L., Gaulton, R., Gerard, F., Staley, J. T., 2018. The influence of hedgerow structural condition on wildlife habitat provision in farmed landscapes. *Biological Conservation* 220, 122-131. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.02.017>
85. Sparks, T.H., Parish, T., Hinsley, S.A., 1996. Breeding birds in field boundaries in an agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 60, 1-8. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(96\)01067-5](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(96)01067-5)
86. Hinsley, S.A, Bellamy, P.E., 2000. The influence of hedge structure, management and landscape context on the value of hedgerows to birds: A review. *Journal of Environmental Management* 60, 33-49. <https://doi.org/10.1006/jema.2000.0360>
87. Merckx, T., Feber, R. E., Riordan, P., Townsend, M. C., Bourn, N. A. D., Parsons, M. S., Macdonald, D. W., 2009. Optimizing the biodiversity gain from agri-environment schemes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 130, 177-182. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2009.01.006>
88. Garratt, M. P. D., Senapathi, D., Coston, D. J., Mortimer, S. R., Potts, S. G., 2017. The benefits of hedgerows for pollinators and natural enemies depends on hedge quality and landscape context. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 247, 363-370. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.06.048>.
89. *SPPK D02 004: 2017. Sečení*. Agentura ochrany přírody a krajiny, Praha 2017.
90. Staley, J.T., Sparks, T.H., Croxton, P.J., Baldock, K.C.R., Heard, M.S., Hulmes, S., Hulmes, L., Peyton, J., Amy, S.R., Pywell, R.F., 2012. Long-term effects of hedgerow management policies on resource provision for wildlife. *Biological Conservation* 145, 24-29. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.09.006>

91. Dunn, J. C., Gruar, D., Stoate, C., Szczur, J., Peach, W. J., 2016. Can hedgerow management mitigate the impacts of predation on songbird nest survival? *Journal of Environmental Management* 184, 535-544. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.10.028>.
92. SPPK D02 001: 2017. Obnova travních porostů s využitím regionálních směsí osiv. Agentura ochrany přírody a krajiny, Praha 2017.
93. Straková, M., Jongpierová, I., Raab, S., Musil, Z., Gluzová, D., Doležalová, P., Čížek, M., Vítovcová, K., Kadaš, D., Bauer, P., 2025. Aktuální dostupnost regionálních a druhově obohacených směsí v České republice. *Ochrana přírody* 80(1), 6-9.
94. Tschantke, T., Beyer, N., Ferrante, M., Hass, A. L., Kämper, W., Ocampo-Ariza, C., Maas, B., Schüler, S., Velado-Alonso, E., Anders, M., Arimond, I., Bernhardsson, O., Czechofsky, K., Hannappel, I., Heyer, I., Koch, M., Koch, R., Kok, A., Zembold, K., Zhang, Q., Westphal, C., 2025. Beyond flower strips – restoring biodiversity needs more landscape heterogeneity. *Biological Conservation* 312, 111474. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2025.111474>.
95. Haaland, C., Naisbit, R.E. and Bersier, L.-F., 2011. Sown wildflower strips for insect conservation: a review. *Insect Conservation and Diversity* 4, 60-80. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2010.00098.x>
96. Pérez-Sánchez, A. J., Schröder, B., Dauber, J., Hellwig, N. 2023. Flower strip effectiveness for pollinating insects in agricultural landscapes depends on established contrast in habitat quality: A meta-analysis. *Ecological Solutions and Evidence* 4, e12261. <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12261>
97. Cole, L. J., Baddeley, J. A., Robertson, D., Topp, C. F. E., Walker, R. L., Watson, C. A., 2022. Supporting wild pollinators in agricultural landscapes through targeted legume mixtures. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 323, 107648. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107648>.
98. Campbell, A. J., Biesmeijer, J. C., Varma, V., Wäckers, F. L., 2012. Realising multiple ecosystem services based on the response of three beneficial insect groups to floral traits and trait diversity. *Basic and Applied Ecology* 13, 363-370. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2012.04.003>.
99. Buhk, C., Oppermann, R., Schanowski, A., Bleil, R., Lüdemann, J., Maus, C., 2018. Flower strip networks offer promising long term effects on pollinator species richness in intensively cultivated agricultural areas. *BMC Ecology* 18, 55. <https://doi.org/10.1186/s12898-018-0210-z>
100. Scheper, J., Bukovinszky, T., Huigens, M. E., Kleijn, D., 2021. Attractiveness of sown wildflower strips to flower-visiting insects depends on seed mixture and establishment success. *Basic and Applied Ecology* 56, 401-415. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2021.08.014>.
101. Garbuzov, M., Ratnieks, F.L.W., 2014. Ivy: an underappreciated key resource to flower-visiting insects in autumn. *Insect Conservation and Diversity* 7, 91-102. <https://doi.org/10.1111/icad.12033>
102. Wignall, V.R., Arscott, N.A., Nudds, H.E., Squire, A., Green, T.O., Ratnieks, F.L.W., 2020. Thug life: bramble (*Rubus fruticosus* L. agg.) is a valuable foraging resource for honeybees and diverse flower-

- visiting insects. *Insect Conservation and Diversity* 13, 543-557. <https://doi.org/10.1111/icad.12436>
103. Krása, A., 2015. *Ochrana saproxylického hmyzu a opatření na jeho podporu*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.
104. Poschlod, P., Braun-Reichert, R., 2017. Small natural features with large ecological roles in ancient agricultural landscapes of Central Europe – history, value, status, and conservation. *Biological Conservation* 211, 60-68. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.12.016>
105. Laux, A., Waltert, M., Gottschalk, E., 2022. Camera trap data suggest uneven predation risk across vegetation types in a mixed farmland landscape. *Ecology and Evolution* 12, e9027. <https://doi.org/10.1002/ece3.9027>
106. Knapp, M., Teder, T., Lukas, V., Štrobl, M., Knappová, J., Landis, D.A., González, E., 2023. Ecologically-Informed Precision Conservation: A framework for increasing biodiversity in intensively managed agricultural landscapes with minimal sacrifice in crop production. *Biological Conservation* 288, 110343. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110343>
107. Knapp, M., Štrobl, M., Řebíček, P., 2025. *Optimalizace zakládání a péče o víceleté biopásy v ČR*. Česká zemědělská univerzita v Praze–VIN AGRO, Praha.
108. Peter, F., Bleumer, R., Christophersen, C. M., Matern, S., Diekötter, T., 2025. Sown wildflower fields and hedgerows synergistically promote insectivorous bats. *Conservation Science and Practice* 7, e13275. <https://doi.org/10.1111/csp2.13275>
109. Vajna, F., Pellaton, R., Molnár, C., Soltész, Z., Gallé-Szpisjak, N., Bihaly, Á.D., Báldi, A., 2024. Contrasting patterns of plants, bees, hoverflies and spiders in different habitats in a Central European agricultural landscape. *Ecology and Evolution* 14, e70711. <https://doi.org/10.1002/ece3.70711>
110. Dover, J., Sparks, T., Clarke, S., Gobbett, K., Glossop, S., 2000. Linear features and butterflies: the importance of green lanes. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 80, 227-242. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00149-3](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00149-3).
111. Němec, R., Dřevojan, P., Šumberová, K., 2014. Polní mokřady Znojemska jako refugium významných a vzácných druhů cévnatých rostlin. *Thayensia* 11, 3–76.
112. Sychra, J., Čamlík, G., Heral, P., Berka, P., 2021. Vysychavé polní mokřady a jejich význam pro mokřadní ptáky v zemědělské krajině jižní Moravy. *Crex* 39, 141–176.
113. Merta, L., Zavadil, V., Sychra, J., 2016. *Atlas rozšíření velkých lupenonožců České republiky*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.
114. Němec, R., Škorpíková, V., Křivan, V., 2012. Fenomén efemérních polních mokřadů na orné půdě. *Živa* 60/98 (2), 57-59.
115. Sychra, J., Bojková, J., Janáč, M., 2023. Budování nových tůní v nížinné zemědělské krajině: podpora, či ohrožení biodiverzity? *Ptačí svět* 30 (4): 24-25.

116. Williams, P., Whitfield, M., Biggs, J., Bray, S., Fox, G., Nicolet, P., Sear, D., 2004. Comparative biodiversity of rivers, streams, ditches and ponds in an agricultural landscape in Southern England. *Biological Conservation* 115, 329-341. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(03\)00153-8](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00153-8).
117. Herzon, I., Helenius, J., 2008. Agricultural drainage ditches, their biological importance and functioning. *Biological Conservation* 141, 1171-1183. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.03.005>.
118. Tichanek, F., Tropek, R., 2015. Conservation value of post-mining headwaters: drainage channels at a lignite spoil heap harbour threatened stream dragonflies. *Journal of Insect Conservation* 19, 975-985. <https://doi.org/10.1007/s10841-015-9814-1>
119. Manhoudt, A. G. E., Visser, A.J., de Snoo, G.R., 2007. Management regimes and farming practices enhancing plant species richness on ditch banks. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 119, 353-358. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.08.004>.
120. Pustkowiak, S., Kwieciński, Z., Lenda, M., Żmihorski, M., Rosin, Z.M., Tryjanowski, P., Skórka, P., 2021. Small things are important: the value of singular point elements for birds in agricultural landscapes. *Biological Reviews* 96, 1386-1403. <https://doi.org/10.1111/brv.12707>
121. Knapp, M., Řezáč, M., 2015. Even the smallest non-crop habitat islands could be beneficial: distribution of carabid beetles and spiders in agricultural landscape. *PLoS ONE* 10, e0123052. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123052>
122. Šálek, M., Żmihorski, M., 2018. Manure heaps attract farmland birds during winter. *Bird Study* 65, 426-430. <https://doi.org/10.1080/00063657.2018.1513989>
123. Šálek, M., Brlík, V., Kadava, L., Praus, L., Studecký, J., Vrána, J., Gamero, A., 2020. Year-round relevance of manure heaps and its conservation potential for declining farmland birds in agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 301, 107032.
124. Šálek, M., Václav, R., Sedláček, F., 2020. Uncropped habitats under power pylons are overlooked refuges for small mammals in agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 290, 106777. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106777>
125. Šálek, M., Riegert, J., Krivopalova, A., Cukor, J., 2023. Small islands in the wide open sea: The importance of non-farmed habitats under power pylons for mammals in agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 351, 108500. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108500>
126. Egloff, G. B., Schenker, L., Riverendo, S., Dürst, A. C., Heckel, G., Karp, D., Humbert, J.-Y., 2025. The role of small structures for stoats in agricultural landscapes. *Journal for Nature Conservation* 85, 126865. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2025.126865>.
127. Żmihorski, M., Krupiński, D., Kotowska, D., Knape, J., Pärt, T., Obłozza, P., Berg, Å., 2018. Habitat characteristics associated with occupancy of declining waders in Polish wet grasslands. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 251, 236-243. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.09.033>

128. Besnard, A.G., Secondi, J., 2014. Hedgerows diminish the value of meadows for grassland birds: Potential conflicts for agri-environment schemes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 189, 21-27. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.03.014>
129. Sychra, J., Bojková, J., Janáč, M., Pliska, D., Kožnářková, Z., Devánová, A., 2025. Přispívá budování tůní k ochraně biodiverzity nížinné zemědělské krajiny? *Ochrana přírody* 80 (2), 24-28.