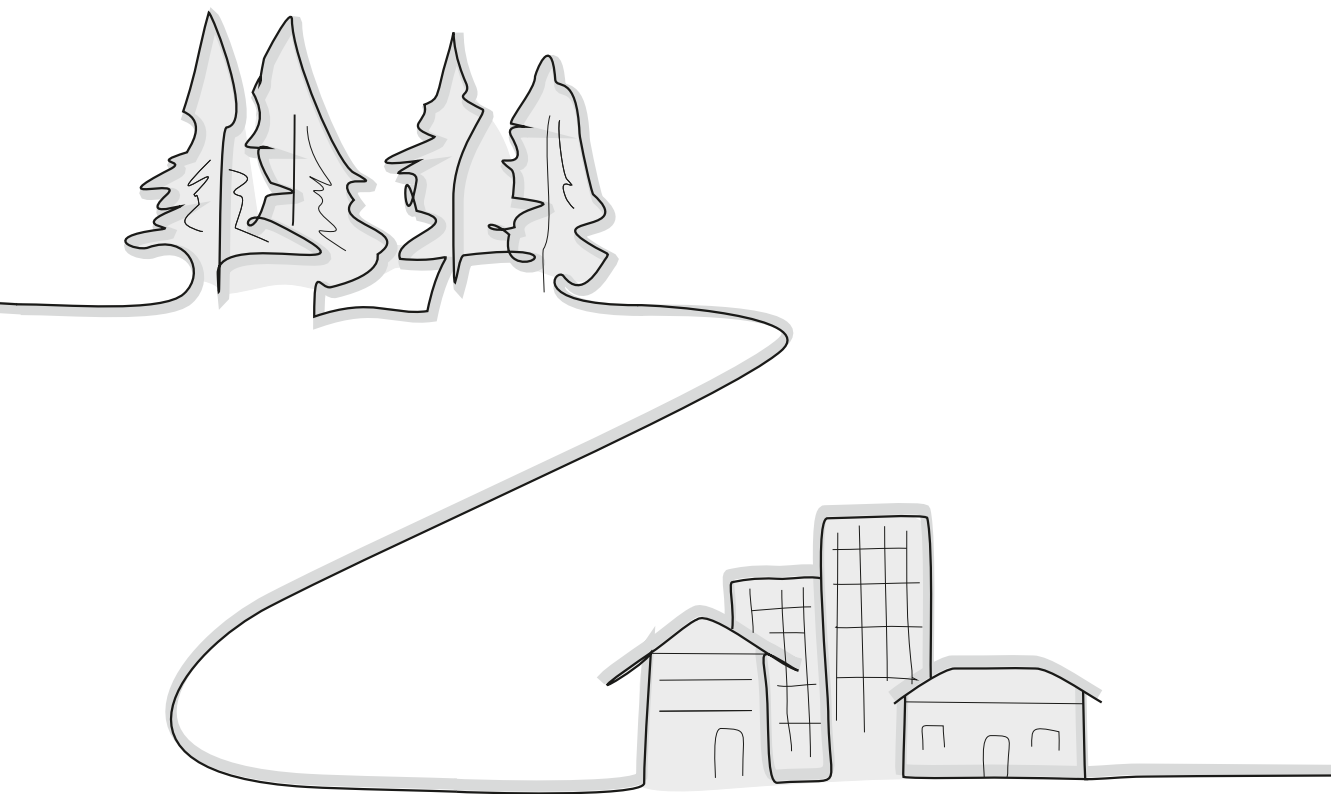


KATALOG ADAPTAČNÍCH OPATŘENÍ



Katalog adaptačních opatření



„Návrat do přírody je možný za předpokladu, že ju ešte nájdete“

Vlado Javorský

Envicons s.r.o.
Oddělení studií, odborných analýz a koncepcí

Autor:
Ing. Václava Těšitelová, Ing. Miroslava Plevková

Ilustrace a grafické zpracování:
Ing. Václava Těšitelová, Ing. Dan Šamánek

Spolupráce:
RNDr. Lukáš Krejčí, Ph.D.
Ing. Martin Koudelka
Ing. Ondřej Bartoš
Mgr. Soňa Vopršalová

ISBN 978-80-11-02793-3

Obsah

Úvod.....	7
Základní pojmy.....	8

1 Opatření na vodních tocích, nivách a vodních nádržích

Podpora renaturace vodních toků.....	12
Revitalizace vodních toků.....	14
Realizace přírodě blízkých povodňových odlehčovacích a ochranných koryt.....	16
Zvýšení kapacity koryta složeným profilem, ideálně se stěhovavou kynetou.....	18
Podpora stěhovavé kynety jako součást dalších opatření.....	20
Tvorba mokřadních biotopů.....	22
Tvorba tůní.....	24
Výstavba povodňových parků.....	26
Obnova břehových porostů.....	28
Suchá a retenční nádrž, poldr.....	30
Výstavba malých vodních nádrží.....	32
Podpora ekosystémových služeb niv.....	34
Podpora infiltrace povrchových vod do vod podzemních.....	35
Odstranění migračních překážek.....	36
Vytváření přírodě blízkých retenčních prostor v nivách.....	37
Protipovodňová hráz/val/zídka.....	38
Využití bývalých náhonů.....	39

2 Opatření na zemědělské půdě

Organizační a agrotechnická opatření	
Zlepšování půdní struktury.....	43
Protierozní osevní postupy a protierozní rozmísťování plodin.....	44
Technologie ochranného zpracování půdy.....	45
Vhodná velikost půdního bloku.....	46
Trvalé zatravnění nebo zalesnění.....	48
Pásové střídání plodin.....	50
Mulčování a setí do krycí plodiny.....	52
Vrstevnicový směr obdělávání.....	54
Biotechnická opatření	
Průleh (záchytný, sběrný, zasakovací).....	56
Příkop.....	58
Zasakovací pás.....	60
Stabilizace dráhy soustředěného odtoku.....	62
Mez.....	64
Terasa.....	66
Větrolam.....	68
Úprava vodního režimu půd – revize odvodnění.....	70

3 Krajinotvorná opatření

Podpora prostupnosti krajiny a ÚSES.....	74
Obnova historických polních cest.....	76
Změna využití půdy.....	78
Aleje a stromořadí.....	80
Ovocné sady.....	82
Solitérní dřeviny.....	84
Skupina dřevin.....	86
Sanace a rekultivace.....	88

4 Opatření v lesích

Tvorba polyfunkčního lesa s pestrou dřevinnou skladbou.....	92
Vhodné postupy při těžbě a důsledná sanace narušení půdy.....	94
Rušení a hrazení odvodňovacích příkopů.....	96
Odvodnění lesních cest, svodnice, zasakovací pásy a průlehy.....	98
Hrazení strží za účelem ochrany majetku.....	100
Vodní nádrže.....	102
Ochrana lesních pramenů a pramenišť.....	104
Ochranné lesní pásy kolem vodních toků.....	106
Podpora hospodářských způsobů s trvalým půdním krytem.....	108

5 Hospodaření s dešťovou vodou v intravilánu

Koncepční plánování HDV na úrovni inženýrských sítí.....	112
Podpora zasakování.....	113
Vsakovací průleh.....	114
Vsakovací rýha.....	115
Vsakovací nádrž.....	116
Umělý mokřad.....	117
Vsakovací šachta.....	118
Podzemní akumulační a zasakovací nádrž.....	119
Vodopropustné zpevněné povrchy a dlažby.....	120
Dešťový záhon a zahrady.....	121
Vegetační střecha.....	122
Vegetační stěna.....	123

Možnosti financování.....	124
Literatura.....	130

Úvod

Klimatická změna, v posledních letech vyjádřená minimálně větší extremitou počasí, je již v podstatě celospolečensky přijatým faktem. V principu se jedná o negativní jevy s dalekosáhlými socioekonomickými i ekosystémovými dopady, které jsou zjednodušeně vnímány jako povodně nebo sucho. Samotný přebytek či nedostatek vody však není jediný problém. Zemědělství je patrně nejohroženějším odvětvím, protože většina projevů klimatické změny snižuje produkci. Velkým problémem je též eroze půdy. Kůrovcová kalamita značně akcelerovaná suchými roky bude dlouhodobě ovlivňovat odtok vody z krajiny. Vodárenství čekají změny, neboť zdroje pitné vody jsou klimatickou změnou extrémně ovlivněny. Kromě posílení současných a hledání nových zdrojů pitné vody bude třeba realizovat i opatření na infrastrukturu vedoucí současně ke snížení ztrát.

Vedle globálních příčin, které nejsme schopni ovlivnit, je třeba příčinu hledat ve špatném stavu krajiny. Zde je také nutno hledat řešení. Tím je do značné míry práce s vodou v krajině (zasakování, retence apod.). Je třeba najít taková východiska, která v sobě budou kombinovat trvale udržitelné principy v rámci jednotlivých funkcí krajiny – hospodářské, ekologické, rekreační a další. Je zřejmé, že realizace těchto adaptačních opatření bude mít na uživatele území dopad, a proto k nim převládá nedůvěra. Z dlouhodobého hlediska je však výhodné zapracovat na pozitivním vnímání přípravy a realizace adaptačních opatření.

Základní pojmy

Ekologická stabilita

Schopnost ekosystémů vyrovnávat změny způsobené vnějšími i vnitřními činiteli a zachovávat své přirozené vlastnosti a funkce.

Územní systém ekologické stability (ÚSES)

Vzájemně propojený soubor přirozených i pozměněných, avšak přírodě blízkých ekosystémů, které udržují přírodní rovnováhu. ÚSES plní funkci migračních tras (biokoridory) a pobytových stanovišť (biocentra) pro živočichy, je doplněný o podpůrné interakční prvky. Rozlišuje se místní, regionální nadregionální systém ekologické stability.

Eroze

Rozrušení a transport objektů na zemském povrchu přírodními živly. Nejčastěji vodou nebo větrem. Eroze vede ke ztrátě nejurodnější horní vrstvy půdy. Má za následek omezení produkční schopnosti půdy a ekologické funkce.

Pozemkové úpravy

Soubor činností ve správě Státního pozemkového úřadu, kterými se ve veřejném zájmu upravují vlastnické vztahy k pozemkům. Pozemky se prostorově a funkčně uspořádávají, scelují se nebo dělí a zabezpečuje se jimi přístupnost a využití pozemků a vyrovnání jejich hranic tak, aby se vytvořily podmínky pro racionální hospodaření vlastníků půdy. Pozemkové úpravy se provádějí formou komplexních a jednoduchých pozemkových úprav. Součástí komplexních pozemkových úprav je vždy plán společných zařízení.

Niva

Ploché dno údolí, které je utvářeno povodňovými průtoky. Příliš nezáleží na aktuálním stavu povrchu nivy, zda v ní leží louky, luhy, pole nebo zda je zastavěna. Území nivy zůstává v geomorfologickém smyslu nivou i v případě, že jeho zaplavování je omezeno například hrázemi.

Údolní niva

Část dna údolí vytvořené vodním tokem s větší či menší pravidelností zaplavování a přetvářeno vodním tokem. Vymezení je nezávislé na formě povrchu nivy.

Kyneta

Je trvale zavodněná část toku s hlavním proudem.

Berma

Vyvýšená plochá část koryta po straně kynety. U širokých povodňových koryt nemusí být jednoznačné rozlišení mezi bermou a nivou.

Údolnice

Spojnice nejhlubších míst dna údolí nebo dna vodního toku.

Dráha soustředěného odtoku

Odtoková linie v plochách krajiny. Tvarem a funkcí se podobá vodnímu toku, ale není plně vyvinuta, protože voda zde neprotéká trvale. V odtokových liniích často začíná vodní eroze.

Efekt hladové vody

Energie proudící vody je v případě výskytu sedimentů v korytě řeky z velké části spotřebována na pohyb těchto sedimentů. V případě absence sedimentů nastává „efekt hladové vody“, kdy je energie proudící vody spotřebována na erozi vodního toku, resp. jeho zahlubování.

Retence vody

Zadržování povodňových odtoků nebo extrémních srážkových úhrnů zasakováním vody do půdy. Schopnost půdy zadržovat vodu.

Infiltrace vody

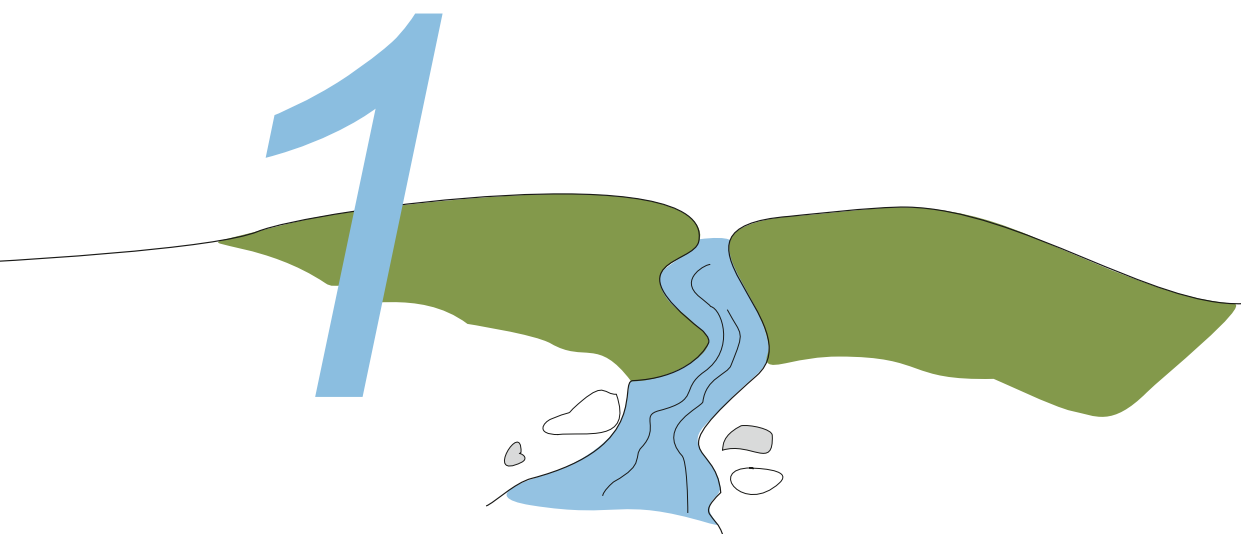
Vsakování vody do půdy a propustných hornin.

Meliorace

Soubor různorodých opatření, které mají za cíl zlepšení především stavu půd v rámci zemědělského půdního fondu. Z pohledu výnosů v zemědělství zejména zlepšování úrodnosti půd tam, kde jsou přirozeně málo úrodné nebo u kterých došlo v důsledku nevhodných zásahů ke snížení jejich produkční schopnosti.

Meliorační a zpevňující dřeviny

Stromy a keře, které lépe odolávají škodlivým činitelům (vítr, sníh, deště, atd.) než jiné dřeviny. Rostou-li takové dřeviny v lese, zvyšují odolnost celého lesa proti těmto vlivům, proti sesuvům a erozím půdy. Vlastnosti těchto dřevin jsou dány způsobem jakým koření, pevností a pružností dřeva, stavbou těla stromu, a podobně.



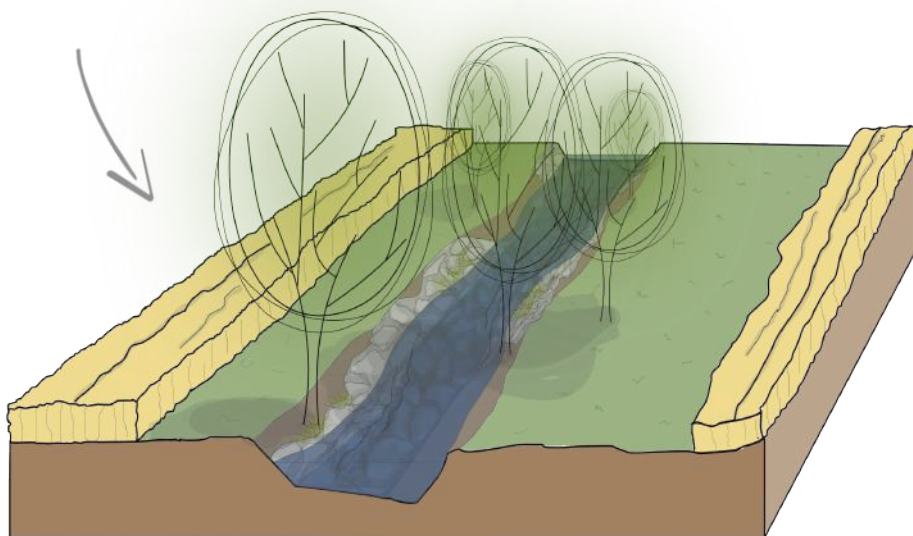
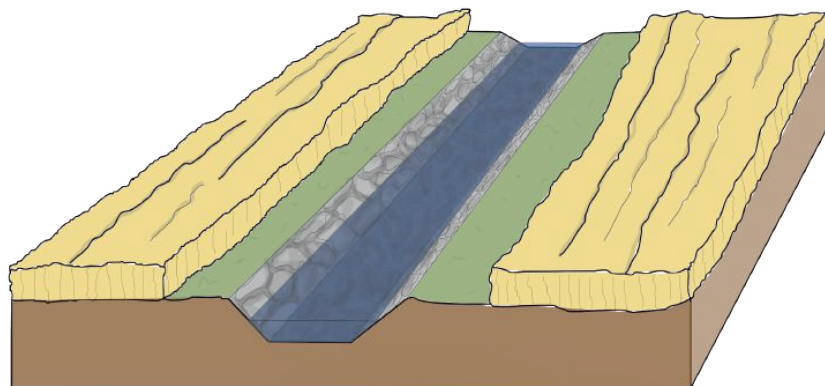
Opatření na vodních tocích, v nivách a vodních nádržích

Lidské zásahy v krajině dlouhodobě negativně ovlivňují její schopnost odolávat projevům klimatické změny. Vodní toky, nivy a vodní nádrže jsou ohrožovány na jedné straně extrémními povodňovými událostmi a na straně druhé devastujícími účinky sucha, jako jsou nízké průtoky, omezení samočistící schopnosti a zánik biotopů. Zpočátku se vliv člověka na údolní nivy a toky projevoval nepřímo, a to již v souvislosti s počátkem zemědělství v 5. tisíciletí př. n. l., kdy se v údolních nivách začala usazovat zemina uvolněná erozí při odlesňování krajiny. Ve středověku se začaly objevovat stále častější záměrné zásahy do údolních niv a úpravy řek. Nejprve se jednalo o úpravy pro využití vody k mlynářským, pilařským a hamernickým účelům nebo k plavbě dřeva, později se úpravy stávaly intenzivnějšími a systematictějšími. Významný vliv měl rozmach rybníkářství, plocha rybníčních soustav v takzvané „zlaté éře“ v průběhu 16. století se odhaduje až na 180 tis. ha. Zdaleka nejrozsáhlejší úpravy vodních toků i krajiny přinesl hospodářsko-politický tlak po roce 1948, který vyžadoval vytváření velkých obhospodařovatelných ploch a rozdílné vodní režimy na nich byly sjednoceny odvodňovacími melioračními stavbami. Vodní toky byly systematicky opevňovány, narovnávány a nepřiměřeně zkapacitňovány. Takto upravené vodní toky zrychleně odvádějí vodu z krajiny a působí značné povodňové škody v sídlech ležících níže na toku. Úpravy vodních toků a niv s nežádoucími dopady nejsou jen chybami minulosti. I v současnosti se toky běžně opevňují a hrázují, nejčastěji pro potřeby rozšiřování zástavby, přestože je možné aplikovat vhodnější řešení. Adaptační opatření na vodních plochách a vodních tocích musí směřovat ke třem hlavním cílům: stabilizaci vodního režimu v krajině, efektivnímu využívání a posilování vodních zdrojů a zvládání extrémních hydrologických jevů – povodní a sucha. To vše prostřednictvím omezování rozsahu degradujících technických úprav na minimum a zlepšováním ekologického stavu toků a krajiny. Ochrana před povodněmi nebude nikdy absolutní, v případě větších povodňových vln je třeba hledat kompromis a vhodně kombinovat určitou míru technických prvků s opatřeními přírodě blízkými.

Jak můžeme pomoci?

- Podpora renaturace vodních toků
- Revitalizace vodních toků
- Realizace přírodě blízkých povodňových odlehčovacích a ochranných koryt
- Zvýšení kapacity koryta složeným profilem, ideálně se stěhovavou kynetou
- Podpora stěhovavé kynety jako součást dalších opatření
- Tvorba mokřadních biotopů
- Tvorba tůní
- Výstavba povodňových parků
- Obnova břehových porostů
- Suchá a retenční nádrž, poldr
- Výstavba malých vodních nádrží
- Podpora ekosystémových služeb niv
- Podpora infiltrace povrchových vod do vod podzemních
- Odstranění migračních překážek
- Vytváření přírodě blízkých retenčních prostor v nivách
- Protipovodňová hráz/val/zídka
- Využití bývalých náhonů

Podpora renaturace vodních toků



Současné problémy



- nepřiměřeně kapacitní koryta
- napřímená a opevněná koryta
- mokřadní a nivní biotopy jsou degradovány
- splaveninový režim toku je negativně ovlivněn

Návrhový stav



- + návrat toku do přirozeného stavu
- + zlepšení hydrologického režimu nivy
- + podpora biodiverzity
- + rozšíření mokřadních biotopů
- + vytvoření prostoru pro přirozený vývoj koryta





Výhony ze stromových kmenů a kamenů pro podporu renaturace (projekt a foto: Envicons)

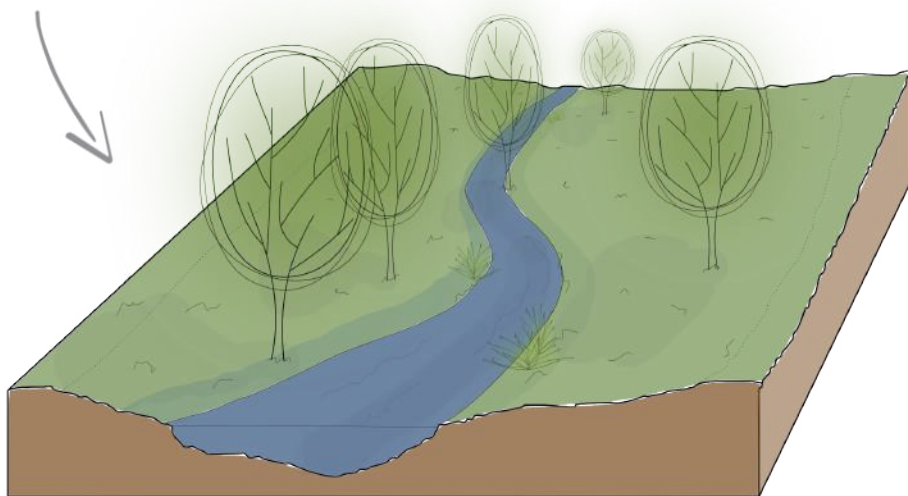
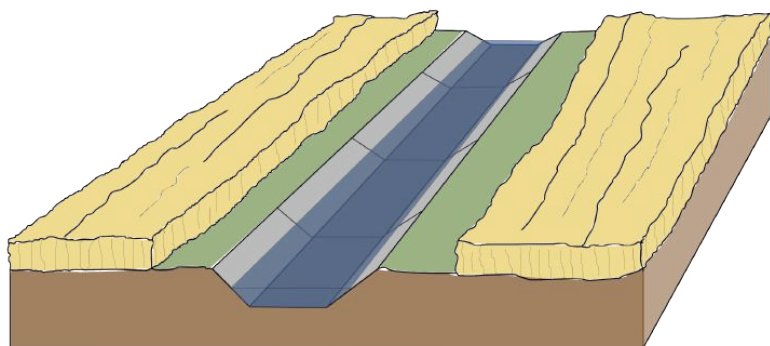
Vývoj vodního toku, který vede k obnově přirozeného charakteru vodního prostředí samovolnými procesy, nazýváme renaturace. Ta může probíhat samovolně – destrukcí opevnění koryta vlivem velkých průtoků, postupným zarůstáním a zanášením. Výrazně upravená koryta ale k samovolné renaturaci často nemají dostatečné podmínky, případně by probíhala jen velmi zdlouhavě. V takových případech je vhodné renaturaci iniciovat cíleně pomocí podpůrných opatření nebo revitalizačních prvků. Jedná se například o řízené narušování odvodňovacích soustav. Za renaturace lze považovat i zanášení koryt splaveninami, zarůstání bylinami a dřevinami. Žádoucí jsou erozní změny v korytě, které dotvářejí členitost, zejména eroze stranová, naopak zahlubování dna je nežádoucí.



Renaturace vede k obnově přirozeného charakteru vodního prostředí samovolnými procesy.



Revitalizace vodních toků



Současné problémy

- nepřiměřeně kapacitní koryta
- napřímená a opevněná koryta
- mokřadní a nivní biotopy jsou degradovány
- splaveninový režim toku je negativně ovlivněn
- absence doprovodné vegetace toků
- ztížená migrace, minimum úkrytů
- rychlý odvod vody z mikropovodí

Návrhový stav

- + návrat toku do přirozeného stavu
- + zlepšení hydrologického režimu nivy
- + podpora biodiverzity
- + rozšíření mokřadních biotopů
- + vytvoření prostoru pro přirozený vývoj koryta
- + protipovodňová ochrana
- + podpora přirozeného rozlivu povodňových průtoků





Revitalizace Říčanského potoka – Praha Dubeč (projekt a foto: Envicons)

Revitalizací vodních toků rozumíme odstranění nebo zmírnění negativních důsledků provedených úprav. Jedná se o zlepšení morfologie potočního koryta, zajištění migrační prostupnosti, obnovení vazeb koryta a ekosystémů potoční nivy. Tím dojde k obnovení přírodě blízké struktury nivní vegetace. Celkový charakter revitalizovaného toku volíme takový, aby se co nejvíce blížil přirozenému stavu charakteristickému pro toky v dané oblasti. Koryto by mělo být hloubkově členité s různě silným prouděním a poskytovat dostatek potenciálních úkrytů pro živočichy. Mělká přírodě blízká koryta odvodňují nivy méně, než koryta technicky upravená, čímž výrazně přispívají k lepšímu zadržování vody v nivách a k obnově vlhkých nivních biotopů. Revitalizace toku může být přínosem i z hlediska protipovodňové ochrany, pokud je vymezen dostatečně široký nivní pás umožňující přirozený rozliv povodňových průtoků a samovolný vývoj koryta. Ve volné krajině u drobných vodních toků zpravidla navrhujeme revitalizované koryto tak, aby kapacita nepřesahovala jednoletou vodu a větší průtoky se rozlévaly do nivy. Přirozené vodní toky mají nejčastěji v příčném průřezu pekáčovitý tvar, jehož šířka několiknásobně (běžně 4x až 10x) přesahuje hloubku, při revitalizacích však z důvodu nestability svahů v čerstvé stavbě navrhujeme kompromisní tvar ploché, mělké mísy. Dno koryta bývá poměrně ploché, rozrůzněné na proudová místa, dnové tůně a mělčiny. V přechodových místech mezi meandry (respektive oblouky) vznikají mělčí brody, v obloucích při strmém nárazovém břehu se tvoří tůně. Revitalizovaný tok bývá doprovázen drobnými vodními plochami – tůněmi. K plnění tůní bude docházet při vyšších průtocích v potoce, schopnost tůní transformovat povodňové průtoky je však s ohledem k jejich objemu značně omezená až zanedbatelná.



Jedná se o zlepšení morfologie potočního koryta, zajištění migrační prostupnosti, obnovení vazeb koryta a ekosystémů potoční nivy a tím obnovení přírodě blízké struktury nivní vegetace.

Realizace přírodě blízkých povodňových odlehčovacích a ochranných koryt



Návrhový stav ✓

- + vytváření ochranných koryt nebo průlehů
- + provádění a rozdělování povodňových průtoků
- + protipovodňová ochrana
- + rekreační potenciál formou povodňových parků
- + propojování se systémem MZI
- + posilování biodiverzity, vznik nových biotopů
- + krajinná funkce
- + retence vody v krajině





Odlehčovací koryto – protipovodňová opatření v Písečné (projekt a foto: Envicons)

Postranní ramena řek, případně mlýnské náhony, v minulosti fungovaly jako odlehčovací koryta a umožňovaly odvést část povodňových průtoků mimo hlavní tok. Jejich ochranná funkce ale velmi často zanikla tím, že byly zaslepeny nebo zasypány. V současnosti se jejich opětovné obnovení nabízí jako vhodné ochranné řešení, případně je možné navrhnout zcela nová ochranná koryta nebo průlehy, pokud je k dispozici dostatečně velký prostor v plochem terénu. Odlehčovací koryta v extravilánu se svou podobou blíží revitalizovaným korytům toků a jejich kapacita je navržena tak, aby byla naplněna v době povodní. Průlehy se liší tím, že nejsou stále protékány, a plnit se začínou až při povodňových průtocích. Odlehčovací koryta umísťujeme tam, kde to reliéf terénu umožňuje, a kde zároveň nebudou povodňové průtoky způsobovat škody. V případě potřeby se mohou odlehčovací koryta doplnit například zemními valy nebo zídkami. Z hlediska posilování biologické rozmanitosti území je vhodné povodňová koryta kombinovat s mokřady nebo tůněmi a vytvářet tak nové biotopy. Také mohou odvádět povodňové průtoky i do vzdálenějších míst, kde zaústí do suchých nádrží nebo poldrů. V zastavěném území lze začlenit odlehčovací koryta do systému modrozelené infrastruktury, využívat je jako povodňové parky nebo parkově upravené plochy k rekreaci.

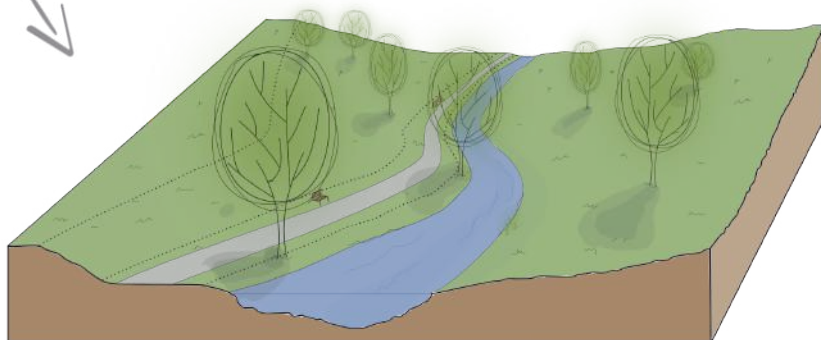
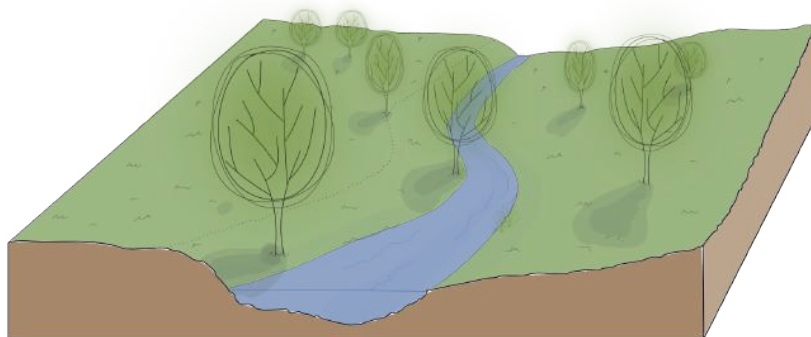
Budování povodňových odlehčovacích a ochranných koryt je primárně protipovodňové opatření. Mezi další důležité funkce patří i funkce ekologická, krajinná a retenční. Díky povodňovým korytům mohou vznikat specifické biotopy a ekosystémy a v neposlední řadě můžou sloužit také k rekreaci jako pobytové místo.



Odlehčovací a obtočná koryta mají za úkol provádět a rozměšňovat povodňové průtoky a odlehčit hlavnímu toku.



Zvýšení kapacity koryta složeným profilem, ideálně se stěhovavou kynetou



Návrhový stav ✓

- + zajišťování dostatečné kapacity koryta zejména v intravilánech
- + zajištění protipovodňové ochrany
- + ochrana proti zpětnému vzdouvání povodňových průtoků
- + zvýšení ekologického stavu toku





Zvýšení kapacity řeky Moravy bermou – berma využívaná k rekreaci (povodňový park) (foto Envicons)

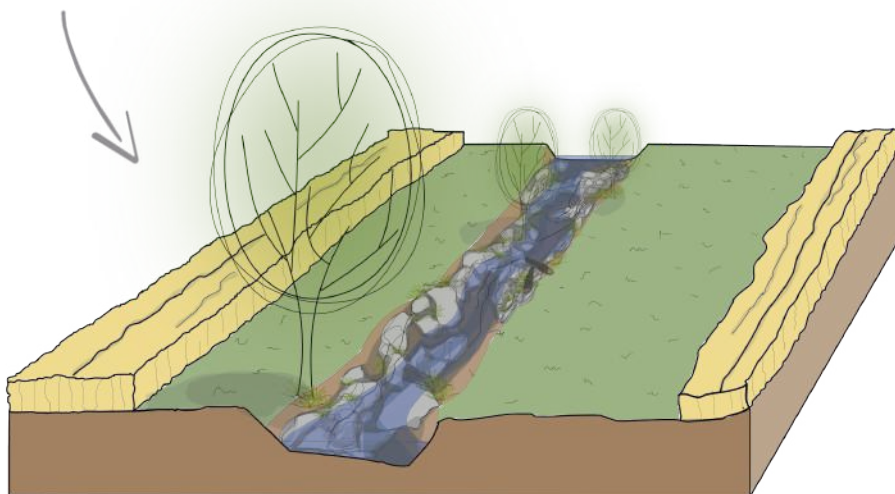
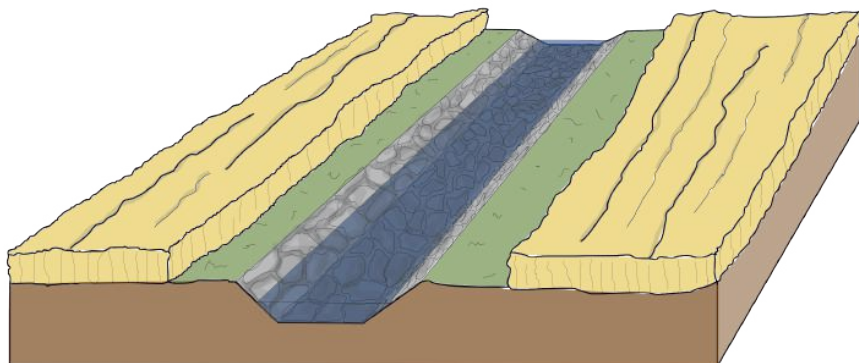
Opatření se využívá zejména v zastavěném území, kde je prioritou ochrana majetku před povodněmi, nebo na dolních okrajích sídel a pod sídly, kde hrozí zpětné vzdouvání povodňových průtoků. Cílem je vytvoření dostatečně kapacitního koryta a zároveň udržení jeho ekologické hodnoty. Složený profil je tvořen ekologicky stabilnějším korytem s kynetou, určenou pro běžné průtoky, a širším hydraulicky hladkým korytem pro povodňové průtoky, jehož dno představují bermy. Kapacitu lze dále zvyšovat rozevřením břehů koryta do šířky a rozvolněním břehových hran. Na vhodných plochách lze na koryto navázat vytvořením aktivních postranních ramen nebo průlehů jako napodobenin starých ramen s tůňmi a mokřady. Ty mohou být využity k rekreaci nebo jako povodňové parky. Kyneta se navrhuje přírodě blízká, ekologicky a vodohospodářsky funkční. Měla by být hydraulicky členitá, dostatečně zásobená vodou a migračně prostupná. Její průtočná kapacita stačí nízká, pro povodňové průtoky je určeno široké povodňové koryto, do něhož se může voda volně rozlévat a nezpůsobí škody, naopak podporuje retenci vody a zásobuje tak vody podzemní. Tok se nabízí ke krajinářské parkové úpravě a pro využívání obyvateli. Slouží pro pobyt v přírodě blízkém prostředí a umožňuje kontakt s hladinou v bermě. Problémové z hlediska nežádoucího vzdouvání povodňových průtoků mohou být i jezy. Nevhodně umístěný jez, způsobující zpětné vzdouvání průtoků, může podporovat povodně v zastavěném území. Jezy a nekapacitní objekty je možné odstranit, snížit nebo nahradit přírodě blízkými opatřeními, jako jsou skluzy a rampy, které zároveň působí příznivě na migrační prostupnost toku a jeho ekologický stav. Zvětšení prostorového rozsahu toku poskytne větší průtočnou a retenční kapacitu, zpomalí povodňové průtoky a sníží povodňové hladiny. Zvyšování kapacity koryta zahlubováním je nežádoucí. Složené koryto s bermami může být významným krajinářským prvkem s potenciálem k rekreaci.



Cílem opatření je zajištění kapacitního koryta
v intravilánu s ekologickou hodnotou.



Podpora stěhovavé kynety jako součást dalších opatření



Současné problémy



- opevněná a stabilizovaná koryta
- zabránění jakémukoliv samovolnému vývoji
- toky bez možnosti úkrytů pro vodní živočichy

Návrhový stav



- + podporování přírodního vývoje toků
- + podporování úkrytů pro vodní živočichy
- + posílení ekologické stability





Revitalizace mlýnského náhonu se stěhovavou kynetou v Žiželicích (projekt a foto: Envicons)

Při revitalizacích v intravilánu je jedním z hlavních požadavků protipovodňová ochrana. Koryta musí zůstat dostatečně kapacitní pro provádění povodňových průtoků. I v takto kapacitním korytě je však vhodné podporovat členitost toku v podobě střídání klidových hlubších pasáží a mělkých proudových pasáží a tvorbu brodů a tůní. Toho lze dosáhnout vytvořením tzv. stěhovavé kynety, tedy tvarově rozrůzněné nejhlubší části koryta určené pro běžné, nízké průtoky. Při revitalizacích můžeme podpořit stěhovavou kynetu umístěním různých prvků do trasy toku, čímž dochází k vychýlení trasy hlavního proudu. Mohou to být kamenité útvary (zejména kamenité výhony) i mrtvé dřevo. Struktury mrtvého i živého dřeva mají zásadní podíl na tvorbě hydraulické i tvarové členitosti vodního toku. Pozitivně ovlivňují i výskyt bioticky významných stanovišť a úkrytů. Pro podporu stěhovavé kynety je vhodnější široké koryto s mírným sklonem břehů, šířka je několikanásobkem jeho hloubky. Pokud je stávající koryto napřímené a technicky opevněné, je žádoucí opevnění odstranit a pokud možno rozšířit potoční pás, rozvolnit břehy a změlkčit koryto. Obecně lze říci, že v intravilánech se kyneta přizpůsobuje jednotlivým specifickým úsekům a vždy zohledňuje požadavek protipovodňové ochrany. Vytvořením stěhovavé kynety se charakter toku v sídlech přiblíží přírodnímu charakteru toků. To má příznivý vliv na estetický a krajinářský stav toku. Revitalizace toků v intravilánech podporují vazbu obyvatel ke krajině domova a nabízejí obrovský rekreační potenciál. Hydraulická a tvarová členitost podporuje výskyt vodních organismů a vytváří vhodnější úkryty a útočiště. Posiluje ekologickou stabilitu toku.



Vytvořením stěhovavé kynety se charakter toku v sídlech přiblíží
přírodnímu charakteru toků.



Tvorba mokřadních biotopů



Návrhový stav ✓

- + zadržování vody v krajině
- + doplnění hladiny podzemní vody
- + stabilizace malého vodního oběhu
- + tlumení povodňových průtoků
- + zvyšování biodiverzity
- + vytvoření útočiště vzácných druhů





Tvorba mokřadních biotopů ve Zbyhňevicích (projekt, realizace a foto: Envicons)

Mokřad je sezonně nebo trvale podmáčená nebo mělce zatopená plocha, kde hladina vody nepřesahuje 0,6 m. Jsou významnými biotopy pro svou biodiverzitu a výskyt vzácných druhů. Jedná se o členité přechodové prostředí vhodné pro celou řadu vodních a vlhkomilných rostlin. Vytváření nových mokřadů (případně obnova původních) je vhodné v rámci revitalizace poškozených niv a na místech přirozených tlumivých rozlivů, také mohou být budovány pod vyústěním drenážního odvodnění pozemků. Cílem opatření je akumulace a postupné vsakování vod na místech vhodných k zamokření, tedy v nivách, na vlhkých loukách nebo v podmáčených depresích. Za mokřad také může být považována mokrá louka, prameniště nebo rašeliníště.

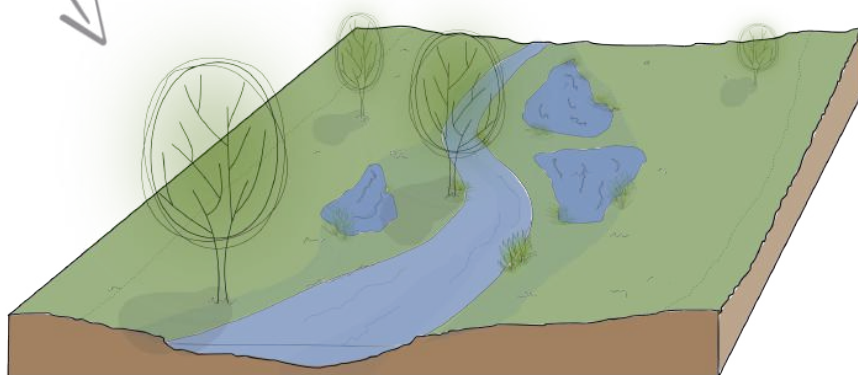
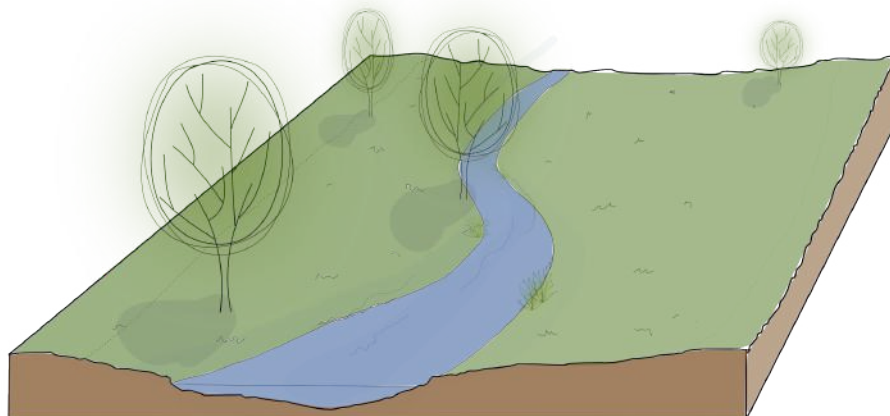
Tvar a hloubka mokřadu by měly odpovídat možnostem konkrétní lokality, přičemž nejsou limitovány technickými parametry. Mokřady mohou být napájeny podpovrchovou vodou, vodou z toků nebo čisté srážkovou vodou. Od toho se odvíjí množství vody v mokřadu, které je závislé na retenčních schopnostech okolní půdy, velikosti mokřadu, zastínění, hladině podzemní vody nebo četnosti záplav. Proměnlivá výška hladiny vody v mokřadu, případně jeho sezonní vysychání, nemusí být nežádoucí. Mokřady zadržují vodu v krajině jako houba, fungují jako aktivní zásobárna vody a doplňují zásobu podzemní vody. Díky výparu zvlhčují vzduch a tím pozitivně ovlivňují mikroklima ve svém okolí a přispívají ke stabilitě malého vodního oběhu. Oproti malým vodním nádržím jsou většinou méně nákladné na vybudování a téměř nevyžadují údržbu.



Jde o členité přechodové prostředí vhodné pro celou řadu vodních a vlhkomilných rostlin. Mokřadní biotopy jsou významné pro svou biodiverzitu i výskyty vzácných druhů.



Tvorba tůní



Návrhový stav ✓

- + retence vody v krajině
- + krajínotvorné opatření
- + ovlivnění mikroklimatu a malého vodního okruhu
- + útočiště flóry a fauny v toku a podpora členitosti koryta
- + zpomalování erozního proudění v toku





Tůň Živanice (projekt a foto: Envicons)

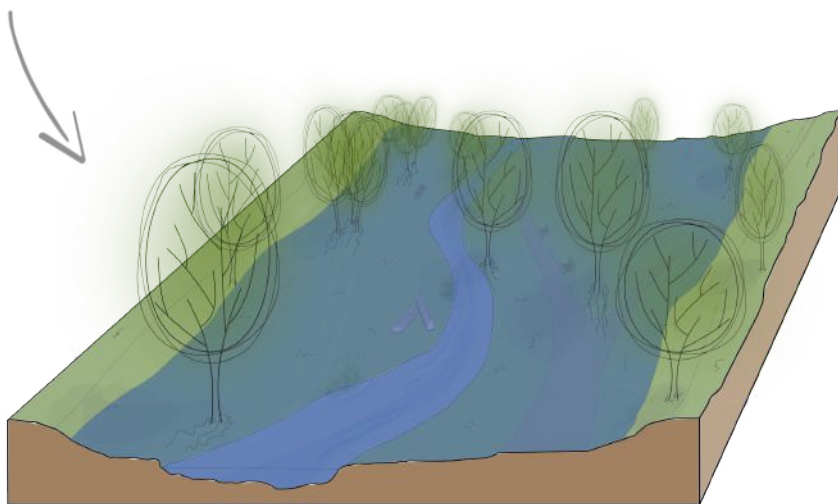
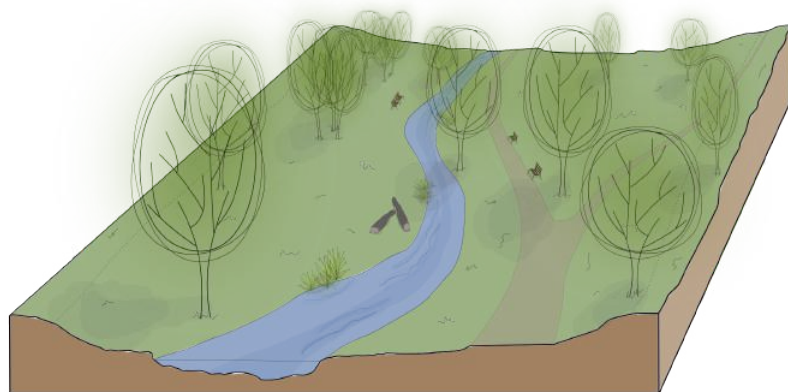
Členitost vodních toků spočívá ve střídání klidových a proudových pasáží. Přirozeně vznikají proudová místa peřejí a brodů v přechodech oblouků. Tůň přirozeně vznikají v nárazových vrcholech oblouků díky silnému působení vymilací síly příčného proudění. Zároveň proudění zpomalují a tlumí jeho erozní sílu, příčné proudění také tůň pročišťuje a nedochází tak k jejímu zanášení. Hloubení prohlubní ve dně koryta je opatření posilující členitost toku a nabízející útočiště pro vodní biotu, tůň tak mohou navracet život do menších technicky upravených koryt. Je však nezbytné zamezit nežádoucímu zahlubování koryta a dbát na neporušení břehů nebo břehových konstrukcí. Nevhodně umístěné tůně se rychle zanáší splaveninami. Někdy je ale zanášení tůní žádoucí a mohou být za tímto účelem hloubeny jako opatření na podporu samočištění vody. Tůně mohou být cíleně hloubeny i mimo koryto toku. Jejich velikost může být různá, od několika čtverečních metrů až po rozlohu podobnou malým vodním nádržím. Od nádrží se liší tím, že nejsou ohrázené, nedají se vypustit, mají výrazně menší pořizovací náklady. Tůně podporují retenční kapacitu území, příznivě ovlivňují mikroklima, jsou krajinnotvorným opatřením, vytvářejí prostředí pro floru a faunu a často jsou domovem vzácných živočichů. Nevýhodou je jejich postupné zanášení organickým materiálem, menší tůně se zazemňují rychleji a vytrvají jen několik let. Tůně mimo tok mohou být napájeny odběrem z koryta vodního toku, případně od koryta izolovány a napájeny podzemní vodou nebo jiným drobným přítokem. Mohou vznikat i jako zavodněné sníženiny v nivách nebo po těžební činnosti. Základními parametry jsou pozvolné stabilní břehy a hloubka okolo jednoho metru, hladina tůně by měla být z větší části osluněná. Z toho důvodu se jižní břehy tůní zpravidla neosazují, obecně je však doplňování výsadeb k tůním žádoucí.



Vytvářejí prostředí pro floru a faunu a často
jsou domovem vzácných živočichů.



Výstavba povodňových parků



Návrhový stav ✓

- + zvyšování protipovodňové ochrany území
- + zvyšování retence vody v krajině
- + přírodě blízké prostředí k rekreaci
- + zelená páteř sídel s možností zajímavého architektonického řešení
- + ekologická a krajinná funkce





Krajinný park Litoznice – Řičanský potok (projekt a foto: Envicons)

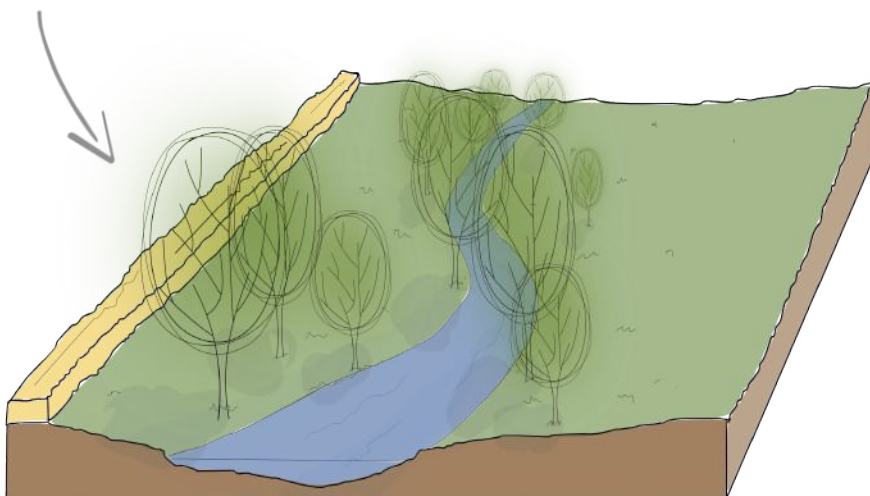
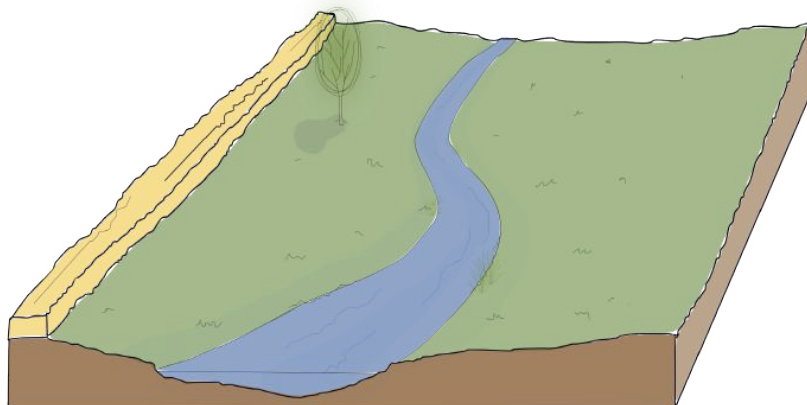
Prostor nivy nebo hlavního povodňového koryta ve složeném profilu toku se nabízí pro návrh parkové úpravy. Hlavním účelem těchto ploch je bezpečné převedení a částečná retence povodňových průtoků, ale za normálního stavu vody mohou fungovat jako parkově upravené plochy k rekreaci v přírodě blízkém prostředí. Toto spojení dává vzniknout povodňovým parkům, které mohou tvořit zelenou páteř sídel a obohacovat sídelní prostory ekologickou a krajinnou funkcí. Do parků tohoto charakteru se neumisťují stavby a složitější prvky infrastruktury, které by mohly komplikovat průběh povodně nebo být poškozeny. Výsadby dřevin se přizpůsobují místním podmínkám, preferovány jsou domácí druhy, podél kynety se vysazují vlhkomilné dřeviny a dřeviny snášející zaplavení, dále směrem k okrajům povodňového parku lze vysazovat parkové dřeviny. S výjimkou záplav (a doby nutné pro následné odklizení naplaveného materiálu a vyschnutí porostů) umožňuje park celoroční využívání.



Park je možno využívat celoročně s výjimkou záplav
a období potřebnému pro odklizení naplaveného nežádoucího
materiálu a vyschnutí travních porostů.



Obnova břehových porostů



Návrhový stav ✓

- + krajínovorné opatření
- + vytváření útočiště pro živočichy
- + protierozní ochrana
- + podpora místní dřevinné skladby
- + podpora ekologické stability
- + zpomalení povodňových průtoků a pohybu splavenin
- + přirozené biokoridory
- + podpora přirozené tvarové členitosti koryta





Obnova břehových porostů na Svitávce (projekt a foto: Envicons)

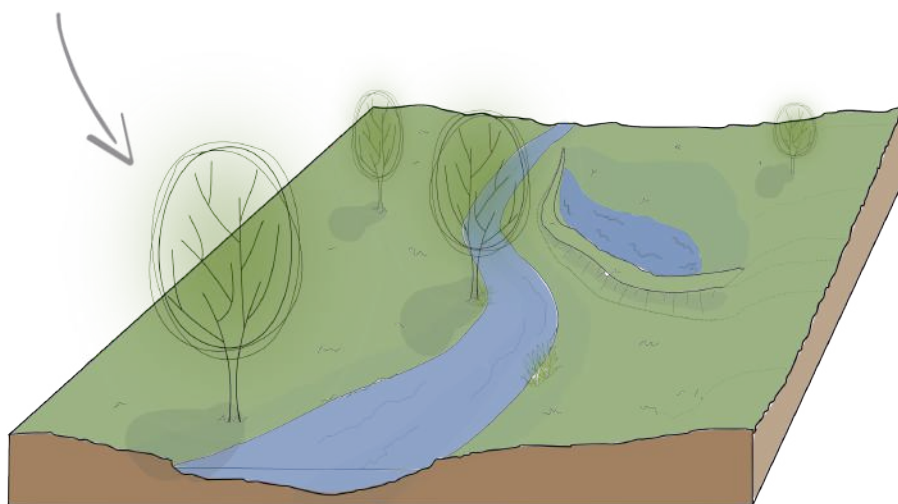
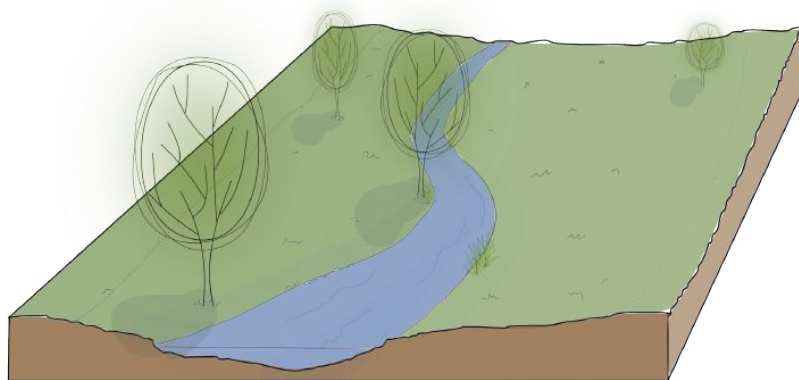
Vodní toky doprovázené vegetací jsou významným krajinným prvkem, který na mnoha místech udává ráz krajiny a tvoří její páteř. Naproti tomu technicky upravené toky s napřímenou trasou, opevněním a neměnným profilem působí v krajině nepřírodně a povětšinou postrádají doprovod břehových porostů. Břehové porosty mohou v otevřené krajině podporovat tlumivé rozlivy a tím napomáhat zpomalení průběhu povodně. Prioritou je ochrana a podpora stávajících porostů dřevin, které jsou již odolné místním podmínkám, a předpokládá se jejich dobrá prosperita. V otevřené krajině je možné uplatňovat přirozený vývoj místní dřevinné skladby vysemeňováním, takzvané náletové dřeviny mohou vhodně obohacovat břehové porosty a potoční pás. Pozornost je třeba věnovat nekontrolovanému šíření invazivních dřevin, například křídlatky, javoru jasanolistého nebo pajasanu. Při realizaci revitalizačních opatření je nutné ponechat maximum stávajících perspektivních dřevin, které mohou brzy převzít kosterní kompozici a začlenit vodní tok do krajiny. V ideálním případě by měla při revitalizacích niv a potočních pásů probíhat spolupráce s krajinářskými architekty. Zásadní je správná volba domácích druhů vyhovujících místním podmínkám a správná prostorová struktura výsadeb. Vhodné je ponechávání pařezů u dřevin s dobrou výmladností a obrůstáním, jako jsou vrby, jasanů a olše. Při výsadbách je vhodné zakládat věkově různorodé porosty a zásadní je dostatečná ochrana a péče před zvěří. Obnaženou půdu je vhodné osít specifickou travobylinnou směsí. Břehy a litorální pásma mohou být osázena domácí bylinnou vegetací (kosatec žlutý, blatouch bahení a další).



Prioritou je ochrana a podpora stávajících porostů dřevin,
které jsou již odolné místním podmínkám, a předpokládá
se jejich prosperita.



Suchá a retenční nádrž, poldr



Návrhový stav ✓

- + zvyšování retenční funkce
- + snižování povodňových průtoků
- + krajínotvorná funkce
- + ekologická funkce





Suchá nádrž Vrbatův Kostelec (projekt a foto: Envicons)

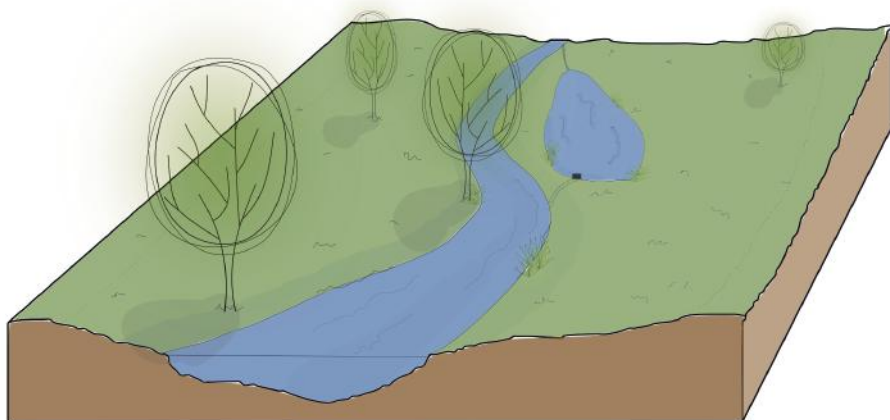
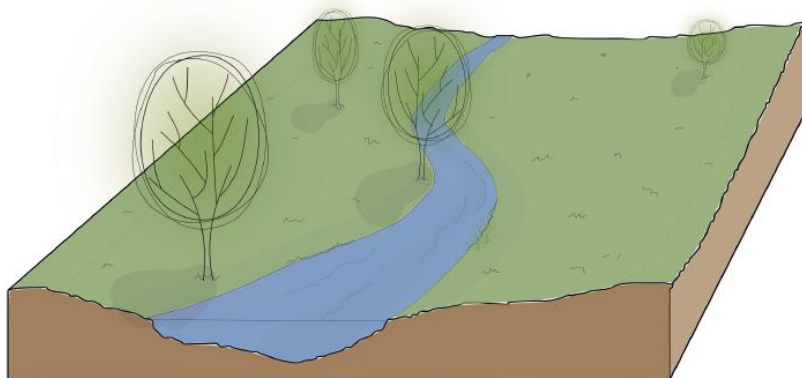
Rozlišujeme nádrže retenční, suché a poldry, které mají společnou primární funkci jako protipovodňová opatření a využívají retenční prostor za hrází k zadržení takového objemu vody, aby snížily povodňový průtok korytem v níže ležícím úseku. Suchá nádrž využívá k ochraně před účinky povodní téměř celý celkový objem, tedy objem ovladatelného i neovladatelného ochranného prostoru. V prostoru zátopy může mít, k celkovému objemu zanedbatelné, stálé nadržení plnicí krajinnotvornou a ekologickou funkci. Retenční nádrž je vodní nádrž se stálou zátopou a retenčním prostorem určeným k ochraně před účinky povodní. U retenčních nádrží je objem prostoru stálého nadržení menší než 20 % celkového objemu nádrže. Jejich výhodou je, že hladina stálého nadržení zvyšuje bezpečnost a spolehlivost hráže vodní nádrže. Nádrže musí být vždy vybaveny funkčními objekty, kterými jsou spodní výpusť a bezpečnostní (případně nouzový) přeliv. Jedná se o technické prvky, jejichž konkrétní podoba a umístění se odvíjí od morfologických a geologických podmínek lokality a dalších ekonomických a bezpečnostních požadavků. U retenčních nádrží je vzhledem k částečné trvalé zátopě vhodné nádrž osadit sdruženým objektem. Poldr je ohrázený prostor v říčním údolí přilehlý k toku, ale vlastní tok nepřehrazuje, který po naplnění vodou při povodni plní retenční funkci a snižuje povodňový průtok. Celý objem poldrů je vyhrazen pro zachycení povodňových průtoků, po průchodu povodně se prostor zcela vyprázdní a zpravidla se zemědělsky využívá. Polosuché poldry mají částečné trvalé nadržení vody, které udržuje patu hráže ve vlhkém stavu a plní ekologické funkce menší vodní plochy. Zátopovou plochu polosuchého poldru vyplňují vedle stálého nadržení další prvky, které snášejí zatopení (tůně, mokřady, vrbové háje) a jsou cenné z pohledu přírody a krajiny. Při návrhu je velice důležité vyhodnotit případné negativní efekty na vodní tok a okolní prostředí.



Nádrž plní retenční funkci a snižuje povodňový průtok
ve vodním toku.



Výstavba malých vodních nádrží



Současné problémy



- migrační překážka na toku
- změna chemismu
- zadržování splavenin

Návrhový stav



- + zvyšování protipovodňové ochrany
- + podpora biodiverzity
- + zadržování a retence vody v krajině
- + krajínotvorná funkce
- + rekreační potenciál





Malá vodní nádrž Chotěšice (projekt a foto: Envicons)

Malé vodní nádrže se nejčastěji navrhují a budují jako protierozní a protipovodňová ochrana. Dle účelu je možné dělit nádrže na závlahové, čistící a usazovací, krajinotvorné, rybochovné nebo požární. Závlahové nádrže slouží pro akumulaci vody v krajině a jako zásobárna vody pro suché období. Retenční nádrže slouží pro zachycení a zasakování povodňové vlny, zachycují splaveniny. Krajinotvorné jsou mělké nádrže s pozvolnými členitými břehy a rozsáhlým litorálním pásmem. Slouží pro ochranu flóry a fauny a zvyšují biodiverzitu, nejvhodnější je budování mimo tok nebo v přirozeně suchých údolnicích. Zdrojem vody pro napájení nádrže je nejčastěji voda povrchová a to z vodních toků, možné je plnit nádrže i vodou srážkovou (tzv. nebeské), které mohou vysychat v závislosti na úhrnu srážek. Malé vodní nádrže sloužící jako protipovodňová ochrana zachycují a zpomalují povodňové vlny a chrání tak území dále na toku před velkou vodou i erozí. V ideálním případě se budují nádrže víceúčelové.

Průtočné nádrže, které se budují přímo na toku, by neměly tvořit migrační překážku, což bývá technicky často neřešitelné. Kromě toho zamezují chodu splavenin, brání rozkolísání průtoku nebo rozlivům vody do nivy, mění teplotu vody a v případě nevhodné rybí osádky mění složení vody. Vhodnější je proto budovat nádrže neprůtočné, umístěné mimo koryto toku. Mohou být obtokové nebo boční. Jako takové netvoří překážku na toku, neovlivňují přirozené fungování vodního toku, je možnost regulovat objem vody a mohou plnit více účelů. Napomáhají retenci vody v krajině, nabízí životní prostor pro specifickou flóru a faunu, podporují tvorbu mokřadních společenstev a zvyšují biodiverzitu. V rámci stávajících vodních nádrží je vhodné upravit manipulační řád tak, aby v jarním období před táním sněhu a v obdobích, kdy hrozí příválové srážky, byla snížena hladina a zajištěn tak retenční prostor.



Vodní nádrže mohou působit krajinotvorně a rozvíjet
lokální turismus.



Podpora ekosystémových služeb niv



Zaplavovaná niva – Boušovka
(projekt a foto: Envicons)

Říční niva je území v blízkosti vodního toku, které bývá zaplavováno. Ekosystémovými službami jsou služby, přínosy a výhody, které ekosystémy (příroda) poskytují lidem. Nivy a mokřady jsou v naší krajině udávány jako ekosystémy s nejvyšší hodnotou ekosystémových služeb na jednotku plochy. Důvodem je kombinace služeb produkčních a regulačních, například schopnost tlumit klimatické a hydrologické extrémů. Nivy poskytují hlavně služby zásobovací, kulturní a regulační. Mezi zásobovací funkce patří poskytování užitkové vody, pitné vody nebo energie získávané z vodních elektráren. Regulačními službami jsou protipovodňová ochrana, regulace klimatu nebo poskytování životního prostoru pro organismy. Kulturními funkcemi jsou hlavně rekreační a estetická funkce. Nivy toků jsou na mnoha územích páteří zelené infrastruktury krajiny a dotvářejí nebo formují ráz krajiny. Současně mají nivy vysoký rekreační a pobytový potenciál a mohou poskytovat místa k rekreaci v přírodním nebo přírodě blízkém prostředí pro místní obyvatele. Podporou ekosystémových služeb je ovlivňovaný celý stav vodního toku i nivy.

Návrhový stav

- + zpomalování odtoku srážkové vody
- + podporování tlumivých rozlivů v nivě
- + obnovování tůní, mokřadů, slepých ramen, terén. sníženin
- + zvyšování retenčních objemů (nejvhodněji pomocí terénních valů, případně bočních nádrží) s podporou ekosystémových služeb niv



Nivy a mokřady jsou v naší krajině udávány jako ekosystémy s nejvyšší hodnotou ekosystémových služeb na jednotku plochy.



Podpora infiltrace povrchových vod do vod podzemních

Technické úpravy toků, plošné odvodnění a další úpravy nivních lokalit drasticky narušily vodní režim krajiny. Následky vysušení niv jsou snížení jejich retenční schopnosti a klesající hladina podpovrchové vody. Rychlé odvádění povodňových průtoků a nemožnost rozlivů a zasakování v krajině způsobuje problémy na níže položených úsecích, kde rychle proudící povodňové průtoky ohrožují majetek i životy. Řešením je plošné zachytávání a infiltrace vody v krajině celého povodí.

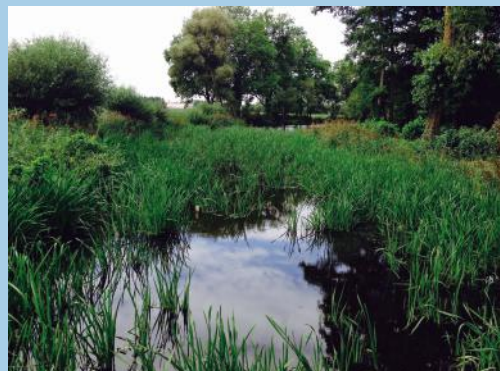
Opatření mohou mít podobu terénních sníženin zadržujících vodu k následnému zasakování. Důležitou roli zauímají také mrtvá a slepá ramena řek, tůňe a mokřady, která mohou být obnovována v původních lokalitách nebo nově zakládána. Infiltraci podporují i technické prvky, jako jsou poldry a nádrže, které zároveň zachycují povodňové průtoky a mohou tak fungovat jako víceúčelové krajinné prvky. Mimo období povodně tyto prvky fungují jako biotopy, poskytují útočiště živočichům vázaným na vlhké nebo vodní prostředí, slouží k rekreaci a podobně. Méně náročnou alternativou k poldrům a nádržím představují zemní valy, které vodu usměrňují a navádí na bezpečné místo. Pro podporu infiltrace slouží i všechny protierozní prvky jako průlehy, příkopy, meze, hrázky, větrolamy, trvalé zatravnění a další. Základem je pochopení a respektování místních podmínek, reliéfu krajiny a hospodaření v souladu s nimi.



Zásadní je zachytávání a infiltrace vody plošně v krajině celého povodí.



Terénní sníženiny v nivě, které jsou periodicky zaplavovány (projekt a foto: Envicons)



Slepé rameno Labe v Brozanech (projekt a foto: Envicons)

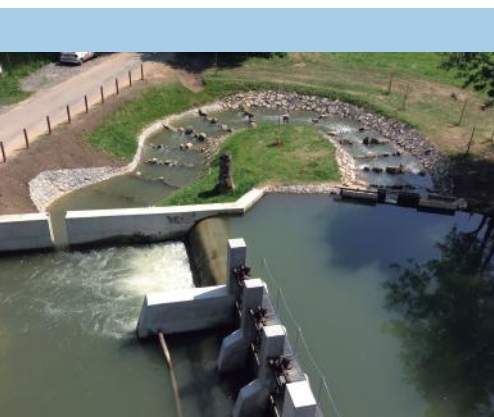
Návrhový stav



- + zpomalování odtoku srážkové vody
- + podporování tlumivých rozlivů v nivě
- + obnovování tůňe, mokřadů, slepých ramen, terénních sníženin



Odstranění migračních překážek



Rybí přechod Sárovec
(projekt a foto: Envicons)



Rybí přechod Sárovec
(projekt a foto: Envicons)

Návrhový stav

- + podporování migrace vodních organismů
- + podporování samočisticích funkcí
- + podporování příznivého stavu toků pro semiakvatické druhy
- + snižování fragmentace toků

Migrací organismů obvykle rozumíme hromadný pohyb jedinců téhož druhu určitým směrem za potravou nebo kvůli rozmnožování. V mnoha tocích migraci znemožňuje vysoká míra fragmentace technickými prvky, která tak negativně ovlivňuje biodiverzitu a ekologický stav toků. Kromě toho má fragmentace negativní dopady na původní stanoviště, ovlivňuje průtoky, jakost vody i transport a ukládání sedimentů. Překážkami v pohybu ryb jsou zejména příčné vzdouvací objekty, typicky jezy a hráze, a místa s minimální hloubkou.

Opatření k řešení migrační prostupnosti musí umožnit rybám a dalším vodním organismům obousměrný pohyb tokem v podélném směru. Jedná se nejen o vodní organismy, ale i o druhy na vodu vázané, jako vydra říční nebo bobr evropského. Problematika fragmentace toků a migrační prostupnosti musí být chápána komplexně, kromě prostupnosti toku by měly být zajištěny i pozvolné břehy přírodního charakteru a výskyt litorálního pásma.

Na hydroenergetických zařízeních by měla být realizována opatření k ochraně ryb před jejich poraněním nebo úhynem a opatření k navádění ryb do náhradních migračních cest a jejich bezpečné převedení pod nebo nad překážku.

Rybí přechody jsou zařízení umožňující vodním organismům překonat migrační překážku. Rozlišuje se mnoho typů, mohou být přírodě blízké nebo technické, v korytě toku nebo mimo tok v okolním terénu a další. Vhodnější jsou přírodě blízká řešení v podobě obtokových kanálů. Tam, kde nelze umístit obtokové kanály mimo tok, je možné využít kamenné prahy, balvanité skluzy a zdrsňené rampy. Důležité je posoudit význam budování rybochodných objektů na konkrétním úseku a toku a správně vyhodnotit jejich potřebnost, vzhledem k tomu, že se jedná o nákladné zásahy. Obecně se doporučují budovat na tocích, kde k migraci ryb dochází a je z ekologického hlediska významná.



Cílem je umožnit překonání migračních překážek vodním organismům, ale i druhům na vodu vázaným, jako je vydra říční nebo bobr evropský.



Vytváření přírodě blízkých retenčních prostor v nivách

Rozliv a retence vody v nivách jsou jejími základními a zcela přirozenými vlastnostmi a funkcemi, díky kterým vznikají významné nivní biotopy – mokřady, vlhké louky a povodňové tůně. Vlivem technických úprav a zkapacitnění koryt jsou rozlivy v nivách omezeny nebo zcela vyloučeny tím se v nivách značně snížila retenční schopnost půdy. Dřívější záplavové nivní louky jsou často odvodněny a nevhodně využívány k intenzivní zemědělské činnosti.

Opatření spočívá ve vytváření přírodě blízkých koryt s nízkou kapacitou, která umožňují rozlivy do okolní nivy. Tyto tlumivé rozlivy v nivách nad sídly snižují riziko majetkových škod v intravilánu při povodních, protože rozložením povodňového průtoku do nivního pásu dojde ke zpomalení a krátkodobé retenci vody. Komplexním řešením jsou renaturace nebo revitalizace technicky upravených koryt. Zásadní je zmenšení průtočné kapacity upravených koryt jejich změlčením nebo úpravou trasy směrem k větší délce. Z hlediska periodicity zaplavování nivy jsou ideální častější rozlivy menších povodňových průtoků, které zajistí trvalý výskyt a útočiště druhů vázaných na vlhké a mokřadní biotopy.

Zásadní jsou též změny způsobu využití pozemků v nivě, například je vhodné přeměnit ornou půdu na trvalé travní porosty nebo zalesnit. Tato opatření současně zabraňují splachu půdních částic v erozně ohrožených oblastech přímo do toku. Opatření má významnou krajínotvornou funkci i rekreační potenciál pro místní obyvatele.



Díky rozlivům v nivě toku vznikají významné nivní biotopy. Těmi jsou mokřady, vlhké louky a povodňové tůně.



Podmáčená louka v nivě
(projekt a foto: Envicons)



Umožnění rozlivu a retenční prostory
v nivě (projekt a foto: Envicons)

Návrhový stav



- + podporování tlumivého rozlivu
- + změna využití pozemků v nivě s periodickým zaplavováním
- + tvorba a podpora biotopů vázaných na vodu
- + podporování krajínotvorné funkce
- + podporování rekreačního potenciálu

Protipovodňová hráz/val/zídka



Protipovodňové opatření Rosice
(projekt a foto: Envicons)



Protipovodňový val
(foto Envicons)

Návrhový stav

- + zvyšování protipovodňové ochrany území
- + zajišťování průtočné kapacity
- + rekreační potenciál
- + potenciál originálního architektonického řešení

V intravilánech se z důvodu nedostatku prostoru často vymezuje vodní tok hrázemi, zdmi nebo stěnami. Tím je zajištěna potřebná průtočná kapacita a současně protipovodňová ochrana sídla. Protipovodňové hráze nebo valy se uplatňují v intravilánech kolem velkých řek nebo v extravilánu. Tato opatření jsou technického rázu a je vhodné pojímat je jako víceúčelová. Mohou být využívány k rekreačním účelům a zpřístupněny lidem. Po hrázích a valech mohou vést turistické trasy a stezky nebo mohou být architektonicky zpracovány jako atraktivní pobytová místa v kontaktu s vodou. Architektonické řešení by mělo být originální a propracované.

Protipovodňové hráze, stěny a zdi tvoří většinou bariéru v prostupnosti krajiny pro lidi i zvěř, z toho důvodu je vhodné doplnění přechody. Valy jsou měkčím opatřením, které se dá snadno zakomponovat do krajiny a netvoří bariéru v prostupnosti. Záleží na sklonech svahů valu, ty je vhodné alespoň částečně doplnit dřevinami. Zídky a stěny působí více technicky a nepatříčně, do okolní krajiny se jen těžko začleňují. Naopak ale zabírají méně prostoru a využívají se zejména v místech, kde je zástavba v těsné blízkosti toku. Mohou umožnit rozšíření a zpřírodnění koryta toku, protože neubírají prostor kynety a berem.

V intravilánu se budování zdí a stěn nabízí jako příležitost k zajímavému architektonickému řešení, které může prostor esteticky obohatit.



V intravilánu se budování zdí a stěn nabízí jako příležitost k zajímavému architektonickému řešení, které může prostor esteticky obohatit. Prioritně je nutné prověřit jiné přírodě bližší ochranné opatření.



Využití bývalých náhonů

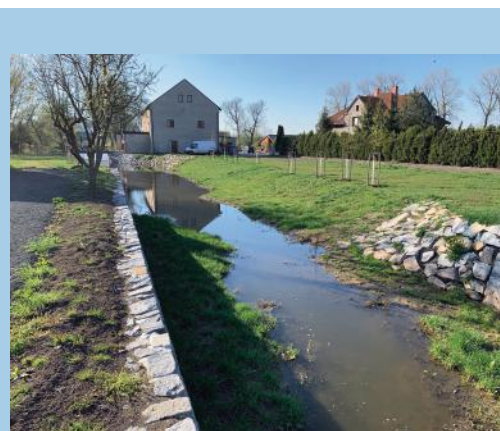
Z hlediska opatření na historických mlýnských náhonech je vhodné rozlišovat mezi náhony v intravilánech a náhony ve volné krajině. Ve volné krajině plní náhony zejména krajinnou a ekologickou funkci. Ačkoliv se jedná o antropogenní vodní tok, za dobu své existence došlo většinou k takovému zpřirodnění, že tvoří významný krajinný prvek. Malý sklon náhonu zajišťuje pomalé proudění a dobrou komunikaci vody mezi korytem a příbřežní zónou. Jedná se též o biotop pro organizmy, velmi často vzácné. V intravilánech mají náhony ohromný potenciál. Vodní prostředí je vůbec nejatraktivnější. Proto je možno je využít jako architektonicko-urbanistický prvek a zvýšit pobytovou a rekreační funkci. Průkopníkem obnovy náhonů v intravilánech je město Chrudim.

Voda v náhonech v případě silně urbanizovaných území představuje jednak adaptační opatření projevující se zlepšením mikroklimatu, jednak je možno náhon využít jako zdroj závlivkové (či jiné) vody. V některých případech je možno staré náhony zapojit do systému protipovodňové ochrany. Ve všech případech je možné a účelné obnovené náhony energeticky využít.

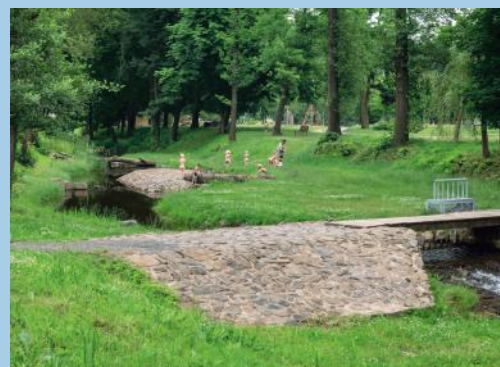
Součástí obnovy náhonů je zajištění jejich trvalého či periodického napájení. Za tímto účelem byly historicky stavěny jezy. Dnes jsou tyto zásahy vnímány z hlediska ovlivnění vodního toku negativně. Obnova napájení náhonů by tedy měla být provedena bez nutnosti výstavby příčného objektu, případně pomocí migračně prostupného objektu.



Náhony je možno využít jako architektonicko-urbanistický prvek a zvýšit pobytovou a rekreační funkci.



Obnova náhonu v Žiželích
(projekt a foto: Envicons)

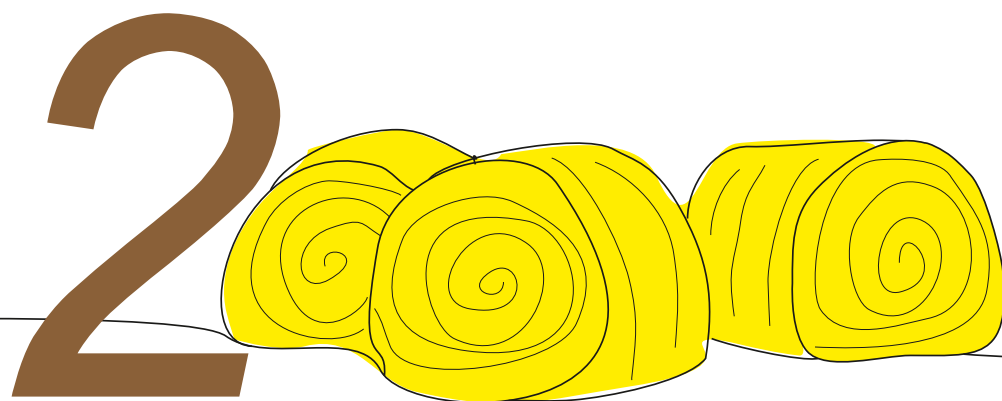


Revitalizace náhonu v Semilech
(projekt a foto: Envicons)

Návrhový stav



- + zachovávání historického odkazu
- + využití současných struktur sídla
- + vytvoření originálního architektonického řešení
- + odlehčení povodňových průtoků
- + vytvoření rekreační a pobytové plochy



Opatření na zemědělské půdě

Zemědělský půdní fond (ZPF) představuje cca 53 % celkové rozlohy půdního fondu České republiky. Změna klimatu ovlivňuje primárně rostlinnou výrobu a jejím prostřednictvím i výrobu živočišnou, potravinářství a obory využívající zemědělské produkty k nepotravinářským účelům. Mezi nejvýznamnější problémy patří zejména snížení úrodnosti půdy, erozní ohroženost, snížená dostupnost a kvalita vody. Dalším problémem je i rozšiřování areálu škůdců a chorob, které byly doposud typické pro teplejší oblasti. Mezi základní principy úspěšné adaptace na změnu klimatu patří zejména šetrné využívání půdy a snaha o minimalizaci vyjímání půdy ze ZPF (pokud se nejedná o zalesňování nebo tvorbu krajinných prvků), zejména pokud je jeho účelem budoucí zastavění plochy a s ním související zvýšení podílu nepropustných ploch. V současnosti dochází v České republice také k výrazné degradaci půd a k poškozování jejich funkcí, nejčastěji vodní a větrnou erozí. Řešení by měla být založena na principech udržitelného hospodaření s využitím vhodného prostorového uspořádání zemědělské půdy, půdoochranných a protierozních opatření, zlepšování půdní struktury, zvyšování podílu organické hmoty v půdě a šlechtění a využívání odolných odrůd a plemen. Potenciál můžeme vidět také v soudobých trendech přechodu k ekologickému zemědělství a častějším využívání precizního zemědělství nebo metod s využitím dálkového průzkumu země, GPS a senzorů sledujících odrazivost.

Jak můžeme pomoci?

- Organizační a agrotechnická opatření
 - zlepšování půdní struktury
 - vhodná velikost půdního bloku
 - trvalé zatravnění nebo zalesnění
 - pásové střídání plodin
 - mulčování
 - vrstevnicový směr obdělávání
 - protierozní osevní postupy a protierozní rozmísťování plodin
 - technologie ochranného zpracování půdy
 - hrázkování a důlkování
 - setí do krycí plodiny
- Biotechnická opatření
 - průleh
 - příkop
 - zasakovací pás
 - terasa
 - stabilizace dráhy soustředěného odtoku
 - hrázka
 - mez
 - větrolam
- Úprava vodního režimu – revize odvodnění

Organizační a agrotechnická opatření

Organizační opatření jsou zaměřena na celkové pojetí organizace krajiny, využívají ochranný účinek vegetačního krytu. Udržování stálého vegetačního krytu půdy napomáhá vytvářet překážky v povrchovém odtoku a při srážkách omezuje rozrušování povrchu půdy dopadem dešťových kapek. Kořenový systém zlepšuje půdní vlastnosti a půdu prokypřuje, tím je umožněno rychlejší zasakování srážkové vody do půdy. Mezi organizační opatření patří volba vhodné velikosti a tvaru pozemku, dále ochranné zatravnění nebo zalesnění, pásové střídání plodin, biopásy nebo zatravněné zasakovací pásy a další. Komplexně, systematicky v rámci celého katastrálního území s přihlédnutím do širšího okolí, by měly být navrženy vhodné pozemky pro změnu druhu pozemku.

Opatření agrotechnická jsou založena zejména na zkrácení času, kdy je půda bez vegetačního pokryvu, a to díky vhodně zvoleným agrotechnickým postupům. K ochraně půdy lze vhodně využívat posklizňové zbytky plodin nebo biomasu meziplodin. Mezi agrotechnická opatření jsou řazeny technologie ochranného zpracování půdy. Jsou to například mělké kypření půdy namísto orby, ale i hlubší prokypření ornice či části podorničí bez obracení zpracovávané vrstvy půdy. Dále zpracování půdy s ponecháním většího množství posklizňových zbytků, hrázkování, důlkování, mulčování a další. V současnosti je situace částečně řešena pomocí Kontrol podmíněnosti (Cross compliance). Plnění standardů dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy (DZES) je v České republice podmínkou pro vyplácení přímých podpor a dalších vybraných dotací. Standardy se týkají zákazu rušení nebo narušování krajinných prvků, zákazy pěstování kukuřice, brambor, řepy, bobu setého, sóji či slunečnice na půdních blocích nebo jejich dílech s průměrnou sklonitostí nad 12°, způsobu zapracovávání kejdy a močůvky, zákaz změny kultury z trvalého travního porostu na ornou půdu, zákaz pálení rostlinných zbytků a další.



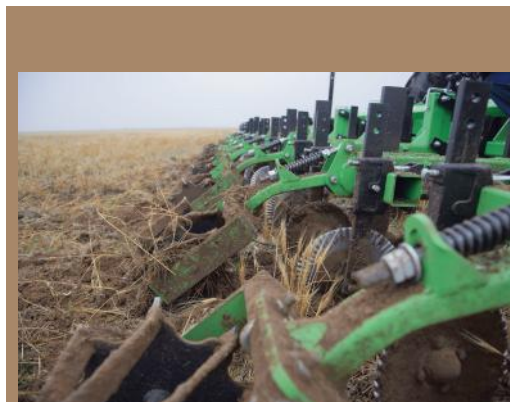
Udržování stálého vegetačního krytu půdy napomáhá vytvářet překážky v povrchovém odtoku a při srážkách omezuje rozrušování povrchu půdy dopadem dešťových kapek. Kořenový systém zlepšuje půdní vlastnosti a půdu prokypřuje, tím je umožněno rychlejší zasakování srážkové vody do půdy.



Zlepšování půdní struktury

Nadměrné utužení půd je zejména důsledkem intenzivního hospodaření, kterým je v ČR ohroženo téměř 40 % zemědělských půd. Opakovanými přejezdy těžkou mechanizací dochází ke stlačování půdy, které vede k snížení pórovitosti a propustnosti, tedy snížení retenční schopnosti půdy. Degradace půdy důsledkem utužení negativně ovlivňuje její produkční i mimoprodukční funkce z následujících důvodů:

Je omezena infiltrace, urychlen povrchový odtok, a proto je zvýšena eroze. Snížení pórovitosti zmenšuje retenční vodní kapacitu a využitelnou vodní kapacitu. Je omezena účinná hloubka půdního profilu pro rostliny a jsou vytvořeny zhoršené podmínky pro vzcházení a vývoj rostlin (mají méně vody, živin i vzduchu). V neposlední řadě je potlačena biologická aktivita půdy zhoršením vzdušného, vodního a termického režimu půdy.



Obdělávání půdy (foto USDA)

Zlepšení lze dosáhnout pomocí agrobiologických opatření (dostatečné organické hnojení, omezené používání fyziologicky kyselých minerálních hnojiv, udržování optimálních hodnot pH půdy, využívání hluboce kořenících plodin), technických a organizačních opatření (konstrukční řešení zemědělských strojů snižujících jejich tlak na půdu, revize uspořádání půdního fondu, doba vstupu na pozemky, omezování počtu pojezdů po poli, šetrné a ochranné zpracování půdy).

Organická hmota pozitivně ovlivňuje půdní strukturu a současně má vliv na retenční schopnost půdy. Zároveň má vliv i na vzdušný a tepelný režim půdy a detoxifikuje a váže škodlivé látky. Obsah humusu v půdě výrazně klesá intenzivním zemědělským obhospodařováním, protože zvýšená aerace a intenzivnější hydrotermické pochody v půdě tlumí humifikaci organických zbytků a zvyšují mineralizaci. Řešením je zachování trvalých travních porostů, citlivé zásahy do vodního režimu půd a dostatečné organické hnojení. Dále podpora pěstování meziplodin a plodin, které svým působením a rozkladem aspoň částečně kompenzují nedostatek organické hmoty živočišného původu.



Utužením je v ČR ohroženo téměř 40 % zemědělských půd.



Protierozní osevní postupy a protierozní rozmísťování plodin



Erozní rýha – nevhodné obdělávání
pozemků po spádnici (foto Envicons)

Opatření spočívá ve správném výběru skladby pěstovaných plodin, které závisí na místních podmínkách. Dodržování osevních postupů v jednotlivých výrobních oblastech napomáhá k ochraně půdy a předchází její degradaci. Dodržování vhodných osevních postupů a vyloučení erozně nebezpečných plodin z pěstování na půdách ohrožených erozí snižuje náklady na obdělávání půdy a potřebu dodávání syntetických hnojiv.

Tímto opatřením dochází ke zpomalení povrchového odtoku a snížení jeho objemu. Podporuje vsak vody do půdy a tím napomáhá zadržovat vodu v krajině. Opatření eliminuje odnos půdních částic do vodních toků.



Dodržování vhodných osevních postupů
a vyloučení erozně nebezpečných plodin z pěstování na půdách
ohrožených erozí snižuje náklady na obdělávání půdy a potřebu
dodávání syntetických hnojiv.



Technologie ochranného zpracování půdy

Agrotechnické opatření, jehož hlavním účelem je zkrácení času, kdy je půda bez vegetačního pokryvu. Do technologií ochranného zpracování půdy patří omezení orby a využívání mělkého kypření nebo hlubšího kypření bez obracení zpracovávané vrstvy půdy. Další technologií je zpracování půdy s využitím ponechaného množství posklizňových zbytků nebo setí do obilných pásů.

Díky opatření by mělo být omezeno zhutňování půdního profilu, dalšími přínosy jsou zpomalování povrchového odtoku a podpora zasakování srážkových vod. Ponecháním posklizňových zbytků je chráněn povrch půdy před energií dopadu dešťových kapek. Opatření zvyšuje podíl organické hmoty v půdě a tím podporuje retenční schopnost půdy, současně snižuje potřebu dodávání syntetických hnojiv do půdy.



Nevhodné zpracování půdy – smyv půdy při pěstování širokořadé plodiny
(foto Envicons)



Díky opatření by mělo být omezeno zhutňování půdního profilu, zpomalování povrchového odtoku a podpora zasakování srážkových vod.

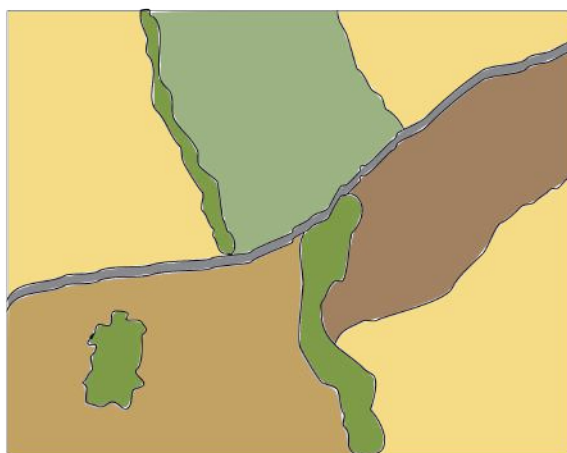
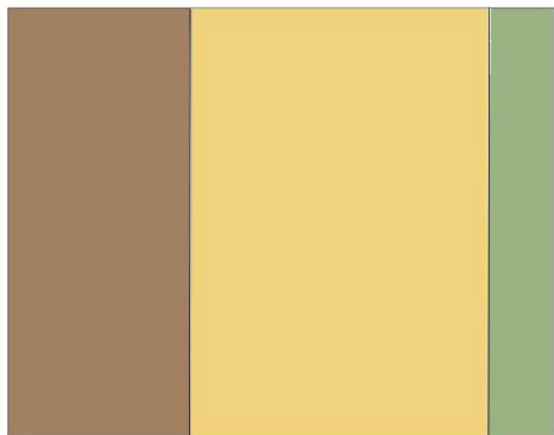
Navrhovaný stav



- + snížení utužování půdy
- + organická hmota do půdy
- + zvýšení retenční kapacity půdy
- + zpomalení povrchového odtoku



Vhodná velikost půdního bloku



Současné problémy



- plošně rozsáhlé půdní bloky nad 30 ha
- snížená retenční schopnost
- riziko vodní a větrné eroze
- snížená prostupnost krajiny
- absence krajinných prvků
- snížená biodiverzita oblasti

Navrhovaný stav



- + maximální výměra půdního bloku 30 ha (individuálně spíše méně)
- + posílení retenční schopnosti
- + zmírnění a předcházení erozi
- + zlepšení podmínek pro rozvoj biodiverzity krajiny
- + omezení splachu půdních částic do vodních toků





Nevhodná rozloha orných bloků (foto Envicons)

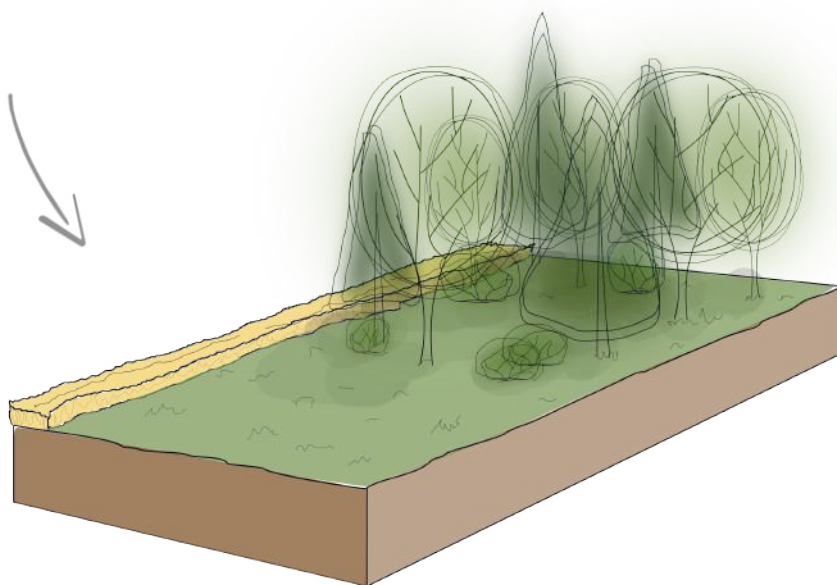
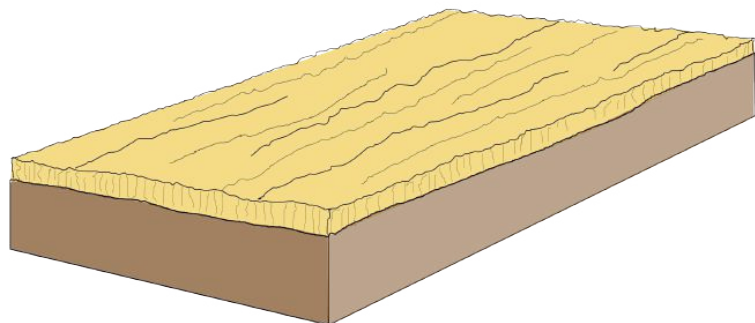
Česká republika patří v rámci Evropy k zemím s největšími půdními bloky, průměrná výměra dosahuje až 200 ha. Standardem DZES je od roku 2020 omezeno pěstování monokultur na max. 30 ha souvislé plochy, tato podmínka se ale na určité případy nemusí vztahovat či ji lze v souladu s podmínkami obejít. Rozčleňování půdních bloků je nicméně vhodné za účelem zvyšování retenční schopnosti krajiny, ale také pro podporu a udržení biologické rozmanitosti. Velikost půdních bloků má vliv i na propustnost krajiny, nejen pro zvěř, ale i pro místní obyvatele. V intenzivně obhospodařované zemědělské krajině, kde krajinnotvorné prvky chybí, se vytrácí krajinný ráz. Vhodný rozsah opatření se odvíjí od pečlivého posouzení místních podmínek oblasti, zejména od vyhodnocení geografických poměrů spolu s požadavky na přístupnost pozemků a způsob hospodaření na půdě. Tvar, velikost a vhodná orientace pozemků jsou základním úkolem pro krajinné plánování.

Opatření je vhodné a žádoucí kombinovat se zakládáním mezí, průleहů, remízů, ochranných zatravňovacích pásů nebo obnovou historických cest a dalších. Kombinace vhodných opatření příznivě ovlivňuje celé povodí, brání splachu půdních částic do toků a snižuje riziko kontaminace vody v tocích. Opatření napomáhá zkvalitnění půdy a tím se snižují nároky na hnojiva dodávaná plodinám.



S účinností od 1. 1. 2020 je zavedena podmínka omezení pěstování monokultur na max. 30 ha souvislé plochy.

Trvalé zatravnění nebo zalesnění



Navrhovaný stav ✓

- + snížení eroze půdy
- + posílení biodiverzity
- + pozitivní vliv na vodní režim krajiny
- + zlepšení jakosti vody
- + krajinotvorná funkce
- + rekreační potenciál





Založení lesního porostu (projekt a foto: Envicons)

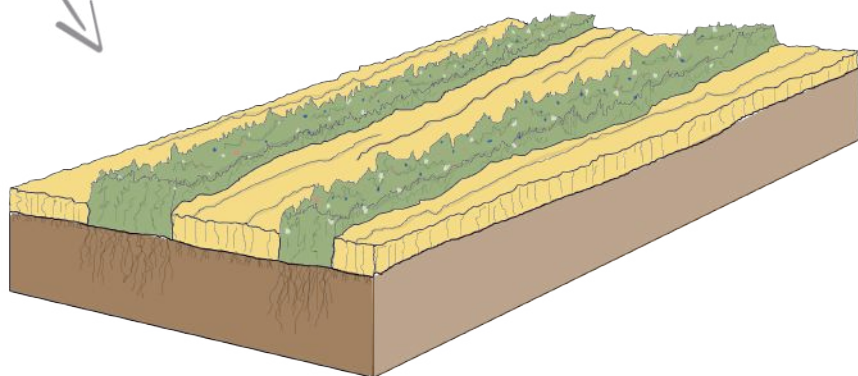
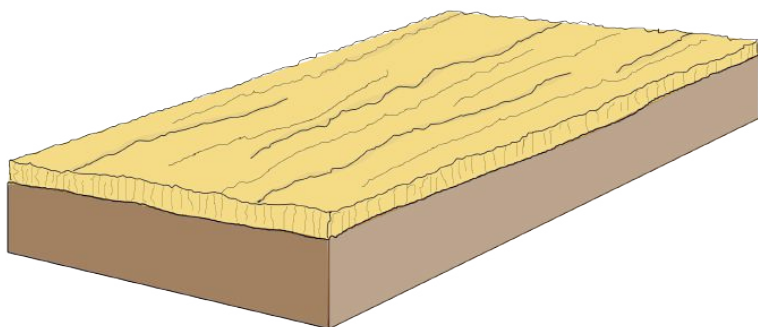
Opatření je vhodné aplikovat na pozemcích s mělkými půdami, na pozemcích s velkým sklonem a jako ochranné pásy podél vodních toků nebo trvalé travní porosty kolem výsadeb. Zatravnění a zalesnění snižují projev a následky vodní eroze, ale rovněž mají pozitivní vliv na vodní režim krajiny (zvyšuje retenční kapacitu půdy, zvyšuje intercepci, zvyšuje evapotranspiraci, zpomaluje povrchový odtok, převádí povrchový odtok na podzemní), zlepšuje jakost vody. Trvalé zatravnění zlepšuje kvalitu povrchových vod v důsledku omezení splachu půdních částic do toku a schopnosti vázat některé chemické prvky. Opatření posiluje biodiverzitu krajiny a vytváří vhodná útočiště pro biotu. Přínosem opatření je i krajinnotvorná funkce, zachování krajinného rázu zejména podhorských oblastí nebo rekreační potenciál pro obyvatele. Zatravnění a zalesnění snižují důsledky vodní eroze, ale rovněž mají pozitivní vliv na vodní režim krajiny.



Zatravnění a zalesnění snižují důsledky vodní eroze,
ale rovněž mají pozitivní vliv na vodní režim krajiny.



Pásové střídání plodin/biopásy



Navrhovaný stav ✓

- + minimalizace vzniku soustředěného odtoku
- + podpora retence vody na orných blocích
- + minimalizace vodní eroze
- + zadržení vody v krajině



1



2

3





Biopásy u obce Jeníkovice (foto Envicons)

Pásové střídání plodin má dlouholetou tradici především v USA, kde je z protierozního hlediska účinnější než vrstevnicové obdělávání pozemků. Jedná se o organizační protierozní opatření, při kterém se střídají pásy plodin chránících půdu (např. víceleté píce, ozimé obiloviny) s pásy plodin, které mají nízký protierozní účinek (např. kopaniny, kukuřice). Vytvářejí se přímé vrstevnicové pásy nebo pásy v odklonu do 30° od vrstevnic. Opatření je vhodné pro svahy o sklonu 5–20 %, při sklonu 12–20 % je nezbytné střídání s pásy víceletých píce. Při intenzivním ohrožení erozí je možné využít navíc ochranné vsakovací pásy, průlehy, hrázky a jiné kombinace opatření. Šíře pásů plodin se navrhuje v závislosti na sklonu a délce svahu, půdních vlastnostech a na možnostech používaných zemědělských strojů. Opatření minimalizuje vznik soustředěného povrchového odtoku. Podporuje retenci vody v řádcích. Hlavními pozitivními vlivy na krajinu jsou snížení erozního ohrožení pozemku a příznivý vliv na zadržení vody v krajině.

Biopásy se navrhují jako liniové pásy široké od 6 do 12 metrů a umísťují se na krajích i uvnitř půdních bloků. Mezi jednotlivými pásy je minimální prostor 50 metrů. Konvenční způsob pěstování plodin v monokulturách a nadměrné používání chemických postřiků snižuje biodiverzitu a vytlačuje původní druhy bylin a polní plevely. Zanikají tak útočiště důležitá pro některé živočichy a hmyz, který je vázaný na polní stanoviště. Termíny zakládání a druhové složení je předem definováno. Při vhodném použití po vrstevnici ve svažitých pozemcích může fungovat jako protierozní opatření pro zpomalení a vsak povrchového odtoku. Biopásy podporují druhovou pestrost a vytvářejí nové biotopy. V biopásech se nepoužívají pesticidy ani hnojiva. Vhodné použití a situování biopásů zvyšuje estetický projev krajiny.



Opatření minimalizuje vznik soustředěného
povrchového odtoku.



Mulčování a setí do krycí plodiny



Navrhovaný stav ✓

- + podpora infiltrace
- + snížení erozního ohrožení pozemků
- + zvýšení zasakování vody do půdy
- + snížení výparu z půdy



1



2

3





Zamulčované pěstební plochy (foto Unsplash)

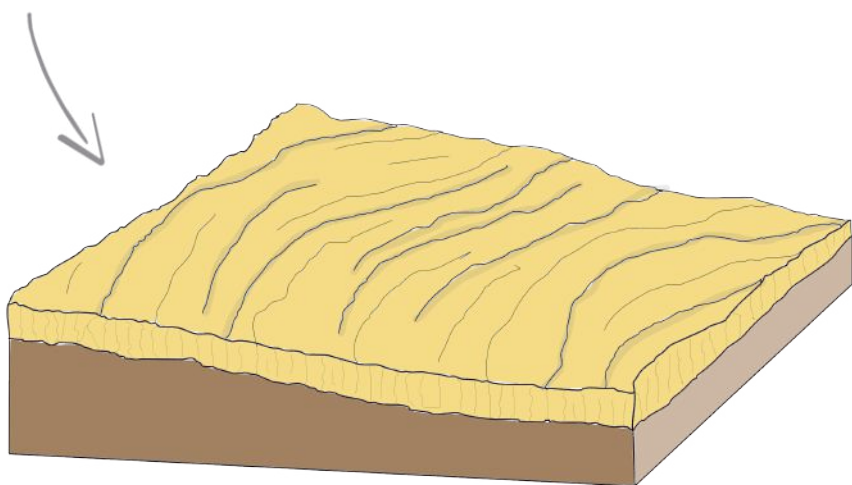
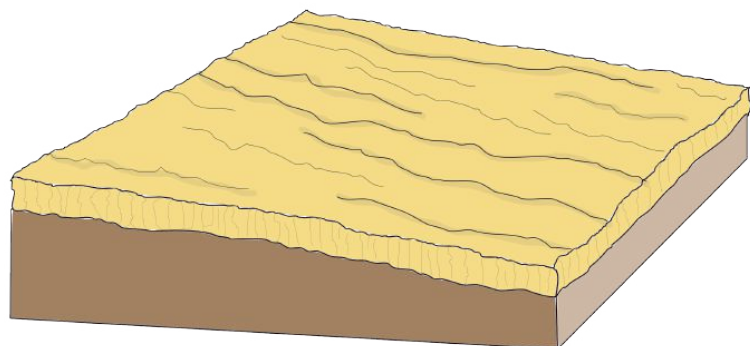
Agrotechnické opatření, jehož hlavním účelem je zkrácení času, kdy je půda bez vegetačního pokryvu. Jedná se o navrstvení krycího materiálu v mocnosti 10 až 20 centimetrů na povrch půdy. Nejčastěji se jako materiál pro mulčování používá sláma, ale je možné použití posklizňových zbytků, které musí být rovnoměrně rozmístěny po povrchu půdy. Při použití těchto zbytků je nutné zajistit zachování alespoň 20 – 30 % zbytků na povrchu. Pro výsev do posklizňových zbytků je nutno používat bezorebné secí stroje. Mulčování je vhodné provádět zejména u širokořadých plodin (např. kukuřice a slunečnice). Mulčování zpomaluje povrchový odtok a výpar z půdy, zvyšuje však do půdy. Opatření snižuje riziko eroze pozemku a funguje jako ochrana povrchu půdy. Mulčem je dodávána organická hmota do půdy, což podporuje infiltraci a snižuje potřebu dodávání syntetických hnojiv.

Opatření setí do krycí plodiny spočívá ve vysévání pěstované plodiny, většinou širokořadě (kukuřice, slunečnice), do ochranné krycí plodiny (např. ozimé obiloviny). V posledních letech se navýšil počet půdních bloků, kde je pěstována například kukuřice za účelem využití v bioplynových stanicích. Kukuřice je pak pěstována i na svažitých pozemcích, kde díky svému malému protieroznímu účinku spíše podporuje vodní erozi půdy. V meziřadí dochází ke splavování půdních částic a ke vzniku drah soustředěného odtoku. Cílem je zpomalování povrchového odtoku, podpora zasakování vody a snižování výparu. Stálým pokryvem půdy se snižuje riziko eroze a odnos půdních částic větrnou erozí. Vede k omezení degradace půdy a tím i ke snižování spotřeby umělých hnojiv pro zachování výnosů.



Mulčem je dodávána organická hmota do půdy, což podporuje infiltraci a snižuje potřebu dodávání syntetických hnojiv.

Vrstevnicový směr obdělávání



Navrhovaný stav ✓

- + podpora infiltrace
- + snížení erozního ohrožení pozemků
- + zvýšení zasakování vody do půdy
- + snížení výparu z půdy
- + zvyšování estetického projevu krajiny
- + eliminace vzniku drah soustředěného odtoku



1



2

3





Nevhodné obdělávání po spádnici – riziko vodní eroze v drahách soustředěného odtoku (foto Pixabay)

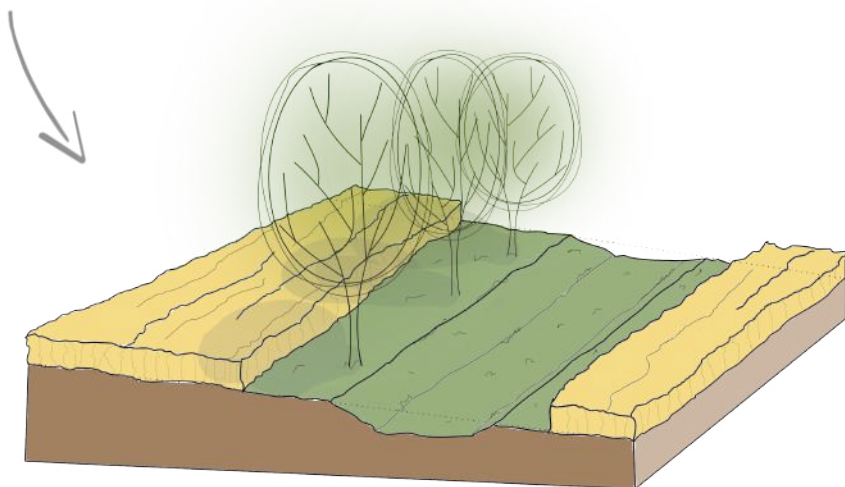
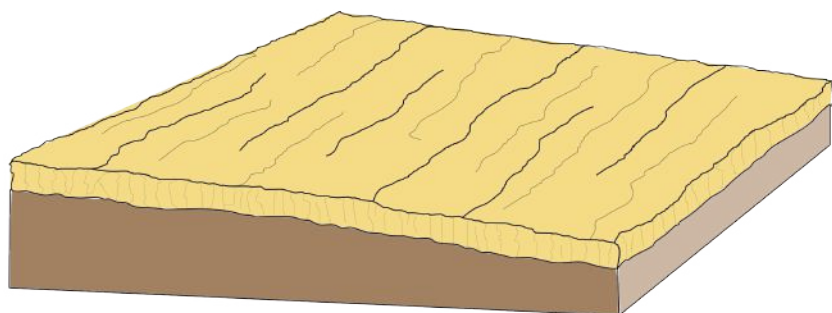
Opatření je možno aplikovat při zakládání nových kultur. Nejčastěji na mírně svažitéch pozemcích, kde je vrstevnicové obdělávání možné z hlediska požadavků na techniku. Vrstevnicovým obděláváním se zpomaluje povrchový odtok a podporuje infiltrace vody do půdy. Nedochází ke splavování půdních částic z pozemků, protože mají možnost se zachytit, téměř nevznikají dráhy soustředěného odtoku. Díky směru orby a výsadby se mění estetický projev polní krajiny.



Díky směru orby a výsadby se mění estetický
projev polní krajiny.



Průleh (záchytný, sběrný, zasakovací)



Současné problémy



- povrchový splach
- nevhodně situované pozemky po spádnicí
- velikostně naddimenzované půdní bloky

Navrhovaný stav



- + ochrana proti erozi a přívalovým deštům
- + rozčlenění půdních bloků
- + zachycení povrchového odtoku a zasakování vod
- + přerušení povrchového odtoku
- + ekostabilizační funkce
- + krajínotvorná funkce





Park Z. Kopala Litomyšl – systém zasakovacích pásů, průlehu a příkopů ve svahu
(projekt a foto: Eva Wagnerová, Envicons)



Průleh na zemědělské půdě (foto Envicons)

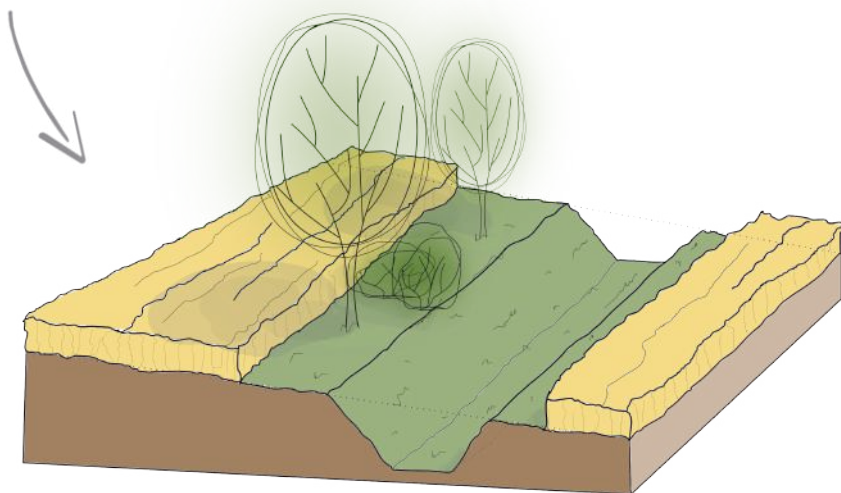
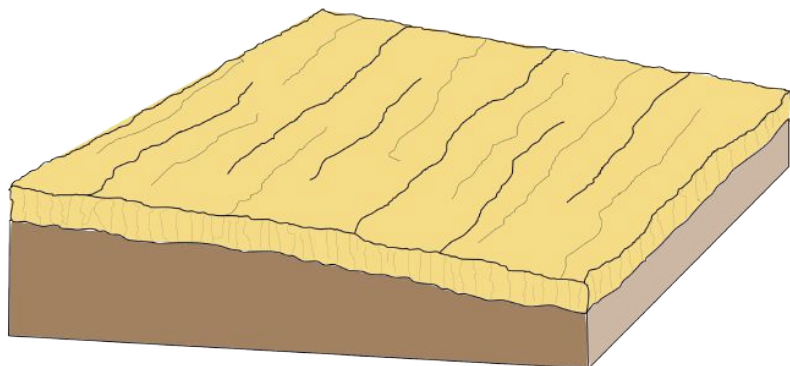
Protipovodňové a protierozní opatření na orné půdě, které rozděluje dlouhý svah, využívá se na pozemcích se sklonem nižším než 15 %. Účelem průlehu je zachycení povrchového odtoku a následné umožnění jeho vsaku, případně odvedení přebytečné vody z pozemku. Jedná se o mělké, široké příkopy (terénní vlny) s mírným sklonem svahů, které jsou zatravněny. Povrchově stékající voda se v nich zachycuje, a buď vsakuje do půdy (průlehy zasakovací), pokud jsou založeny s nulovým nebo velmi malým podélným sklonem, nebo je zachycená voda pomocí vhodného podélného sklonu neškodně odvedena z pozemku (průlehy sběrné). Zpravidla jsou následně zaústovány do zatravněných údolnic nebo příkopů. Záchytné průlehy zadržují vodu z výše položených pozemků a zabraňují přítoku vody na níže ležící, průlehem chráněný, pozemek. Záchytný prostor je možno zvětšit navýšením terénu na dolním okraji průlehu do podoby nízké hrázky. Je-li nutno na pozemku navrhnout více průlehu, je vhodné je vést rovnoběžně podél vrstevnic. Mohou být obdělávatelné nebo zatravněné. Průleh je vhodné po obvodu doplnit pásem trvalého travního drnu a výsadbami dřevin, ty je možno vysazovat většinou jako jednořadé stromořadí nad průlehem.

Průleh sám o sobě neodstraní nepřijatelně vysokou míru eroze na celém půdním bloku, významně však omezí vodní erozi v nejkritičtějších místech, kde zajistí přerušení povrchového odtoku. Při umístění průlehu hraje významnou roli i jejich uplatnění jako ekostabilizačního a krajinyotvorného prvku. Průlehy je možno kombinovat s dalšími opatřeními jako výsadbou na mezích, stromořadí, biokoridory nebo obnovou cest.



Průlehy významně omezí vodní erozi v nejkritičtějších místech,
kde zajistí přerušení povrchového odtoku.

Příkop



Současné problémy



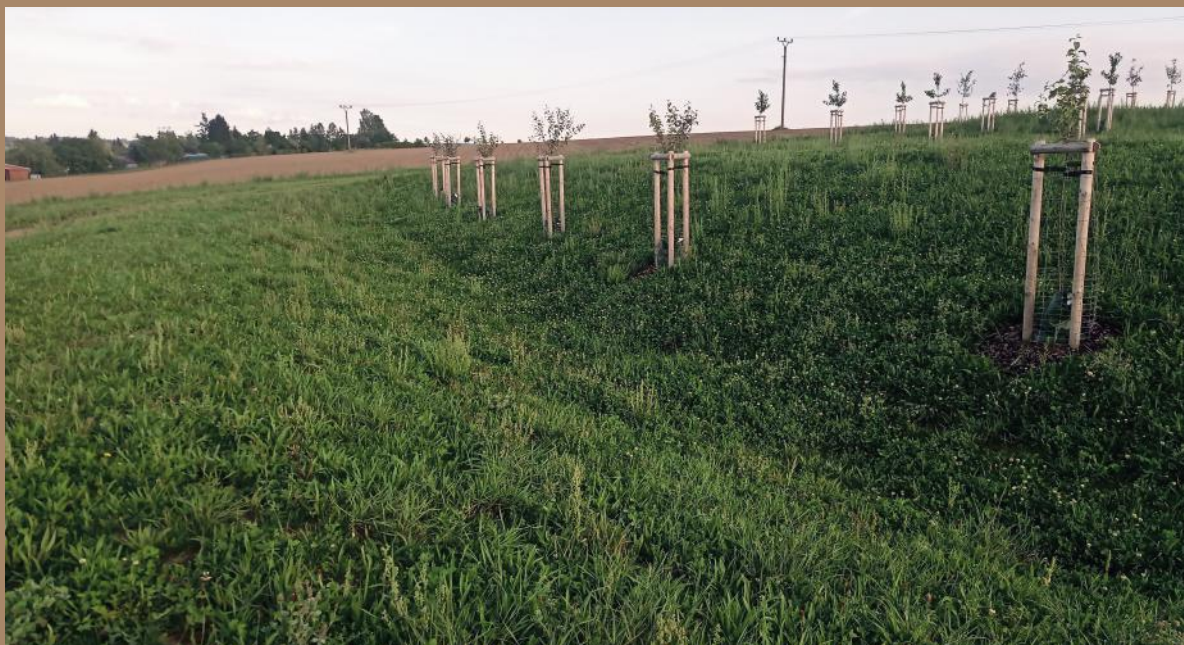
- povrchový splach
- nevhodně situované pozemky po spádnicí
- velikostně naddimenzované půdní bloky

Navrhovaný stav



- + protipovodňové a protierozní opatření
- + rozdělení půdních bloků
- + zachycení povrchového odtoku a zasakování vod





Zasakovací příkop s výsadbami (projekt a foto: Envicons)

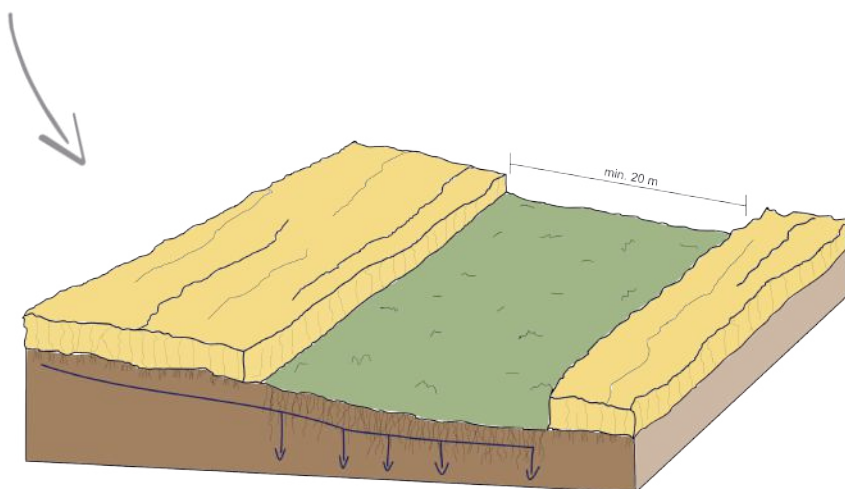
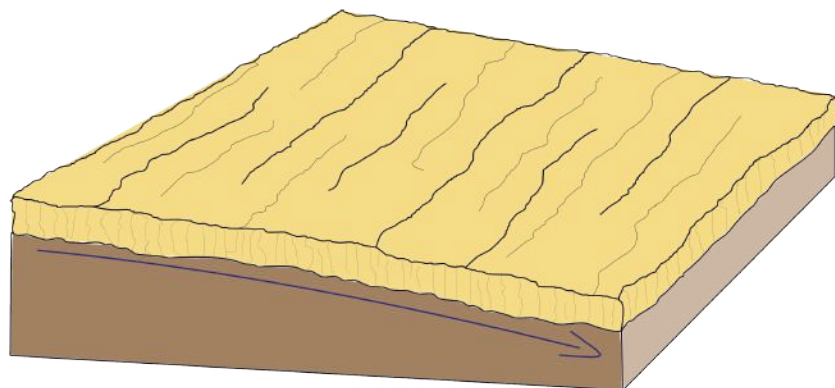
Příkop je liniový prvek zachycující povrchový odtok srážkové vody. Příkop zachycenou vodu následně odvádí z pozemku (sběrný, svodný) nebo umožňuje její zasakování přímo na pozemku (zasakovací). Příkop je obdobně jako průleh umístován po směru vrstevnic, s mírným podélným sklonem. Svodné příkopy jsou většinou vedeny po spádnici. Rozlišujeme příkopy záchytné, sběrné a svodné. Parametry příkopu jsou dimenzovány na srážky s dobou opakování 5 let a více, dále je nutné posoudit stabilitu dna a svahů a případně jej opevnit. Příkopy bývají budovány na místech, kde není dostatečný prostor pro zábor půdy a vybudování průlehu. Prvek může být spojen s nízkou zemní hrázkou, mezí či travnatým pásem. Příkopy jsou často nedílnou součástí cestní sítě.



Příkop vodu odvádí z pozemku (sběrný, svodný) nebo umožňuje její zasakování přímo na pozemku (zasakovací).



Zasakovací pás



Navrhovaný stav ✓

- + zachycení povrchového odtoku
- + zpomalení soustředěného odtoku
- + zasakování vody do půdy a vyrovnávání vlhového režimu
- + krajínotvorná a ekologická funkce
- + posílení biodiverzity a zajištění migrace živočichů



Travnatý zasakovací pás (foto Envicons)

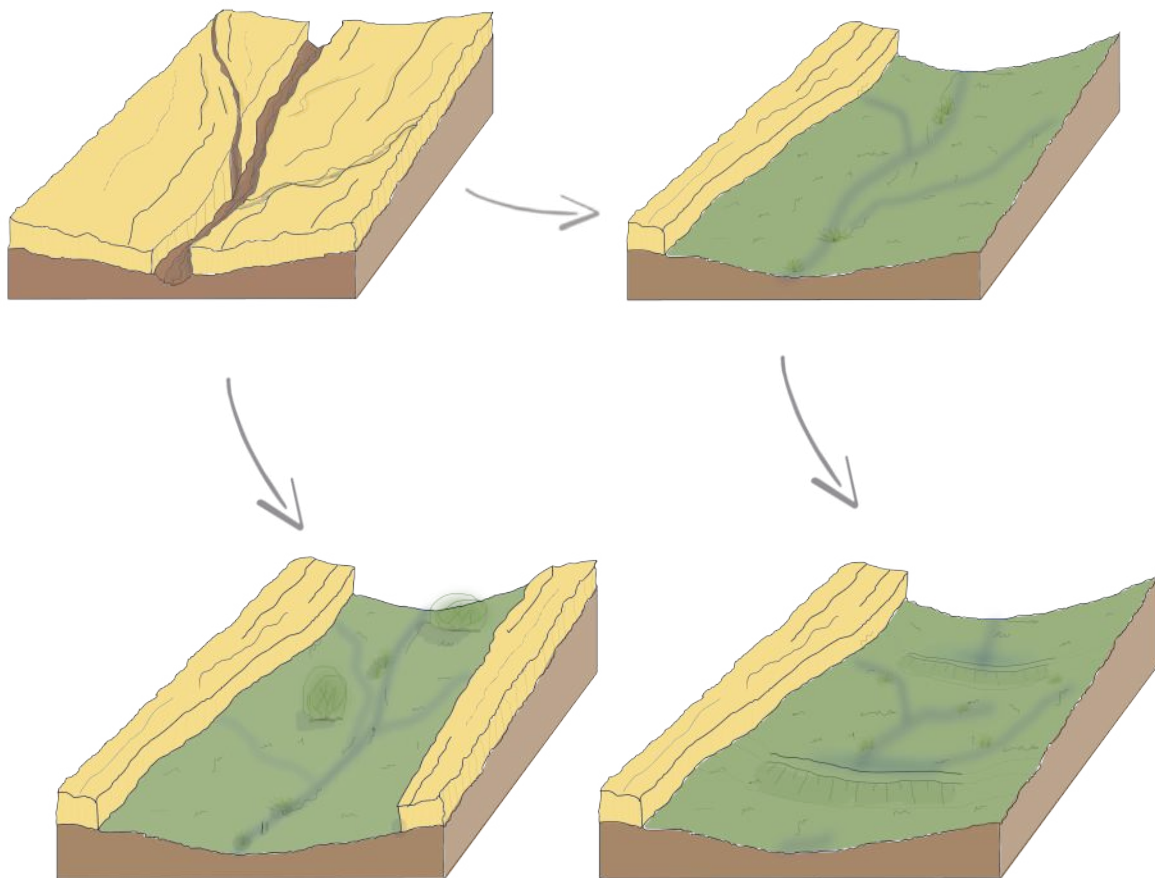
Zasakovací pásy jsou liniové prvky, které se povětšinou budují v kombinaci s dalšími opatřeními. Slouží ke zpomalení a zachycení soustředěného odtoku vody a k částečnému zachycení splavenin na svažitéch pozemcích. Převádějí vodu odtékající po povrchu na podpovrchový odtok, tak zlepšují půdní podmínky a vyrovnávají vláhový režim půdy. V ideálním případě jsou vedeny po vrstevnici a zatravněny. Mohou být i křovinné nebo doplněné dřevinnou vegetací. Navrhují se i jako ochrana vodních toků a nádrží pro zabránění splavování erozních smyčů. Zpravidla se budují v minimální šířce 20 m. Pásy s doprovodnou vegetací mají krajinnou funkci, zlepšují prostupnost krajiny, rozdělují půdní bloky a posilují biodiverzitu.



Zasakovací pásy převádějí vodu odtékající po povrchu na podpovrchový odtok, tak zlepšují půdní podmínky a vyrovnávají vláhový režim půdy.



Stabilizace dráhy soustředěného odtoku



Současné problémy



- dráhy soustředěného odtoku
- degradace a odnos půdy
- splavení půdních částic do vodních toků
- vodní eroze půdy

Navrhovaný stav



- + zpomalení a odvedení povrchového odtoku
- + protierozní funkce
- + podpora zadržení vody v krajině
- + krajinná a ekologická funkce



1



2

3



Travnatá údolnice (foto Envicons)

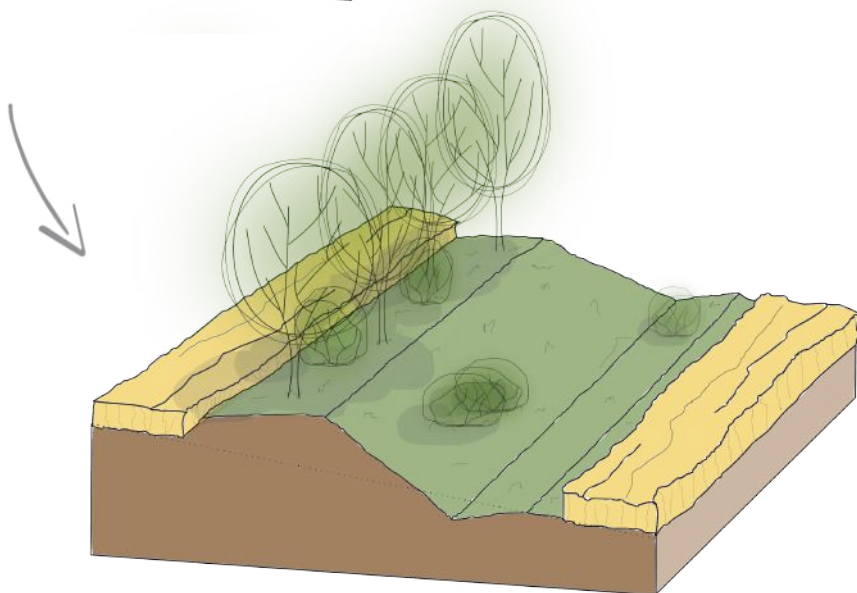
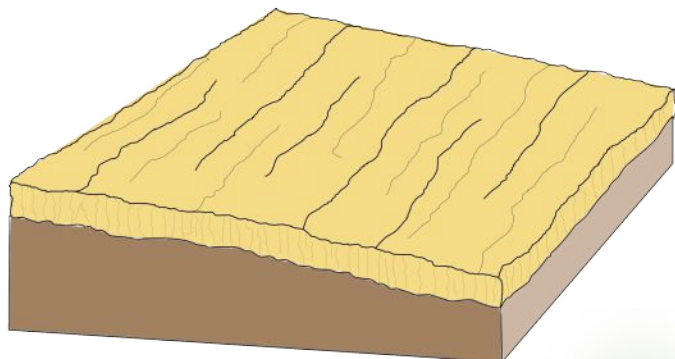
Stabilizace dráhy soustředěného odtoku je nejčastěji realizována formou ochranného zatravnění, které odvádí a zpomaluje povrchový odtok. Ochranné zatravnění je opatření sloužící k omezení dlouhodobé průměrné ztráty půdy vodní erozí. Navrhováno je v erozně nejexponovanějších lokalitách, tj. na částech pozemků, které z hlediska ztrát půdy erozí nelze smysluplně využívat jako ornou půdu. Dno linie soustředěného odtoku v údolnici může být v extrémních případech opevněno například kamenivem. Šířka zatravněné údolnice je dána střední profilovou rychlostí vody, návrhovým kulminačním průtokem, podélným sklonem údolnice a hloubkou vody ve dně údolnice. Zatravněné údolnice mohou být doplněny o dřevinnou vegetaci pro plnění ekologické funkce a posílení biodiverzity. Opatření lze také kombinovat s průlehy nebo zemními hrázkami. Optimálně zapojený travní porost je nejlepší protierozní ochranou. Pro kvalitní vegetační kryt jsou preferovány trávy výběžkaté, které tvoří pevný drn. Současně se jedná o jedno z nejjednodušších opatření pro zamezení vodní eroze. Opatření je možno využívat i jako krajínnotvorné a pro rozdělení půdních bloků.



Optimálně zapojený travní porost je nejlepší protierozní ochranou.



Mez



Současné problémy



- v minulosti rozorány
- půdní eroze
- úbytek krajinné zeleně

Navrhovaný stav



- + posílení biodiverzity
- + posílení ekologické stability
- + krajinné opatření
- + protierozní opatření
- + zachycení a retence srážkové vody





Nově založená mez s výsadbami (foto Envicons)

V minulosti byly půdní bloky předělovány pomocí mezí, které byly zejména během kolektivizace rozorávány a tím zanikaly překážky omezující erozní procesy. Meze sloužily jako protierozní a ekologické opatření i pro vymezení hranic pozemků. Vznikaly často odnosem kamenů a nevhodných materiálů, které byly vysbírány na polích a hromaděny v pásech mezi jednotlivými pozemky. Jako takové vznikaly často i po spádnicí, jejich situování ve vztahu ke sklonitosti svahů bylo podmíněno strukturou zástavby a způsobem založení sídla.

Dnes se meze budují jako protierozní opatření a jsou tím pádem situovány po vrstevnici.

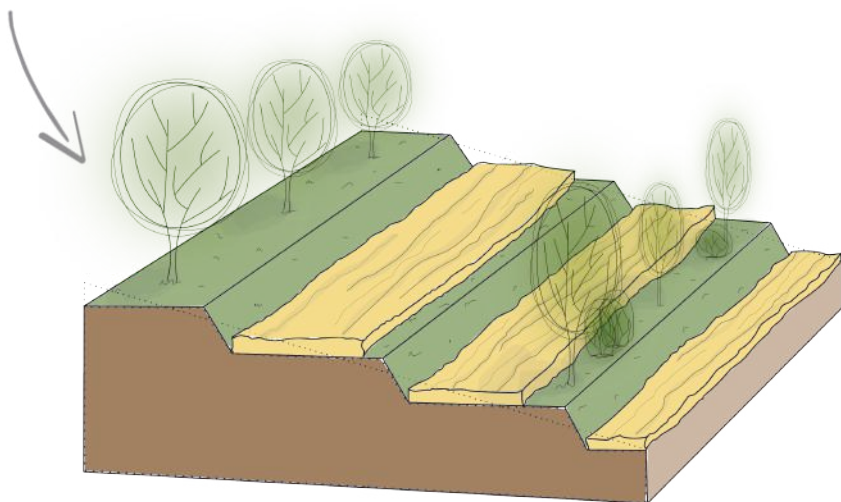
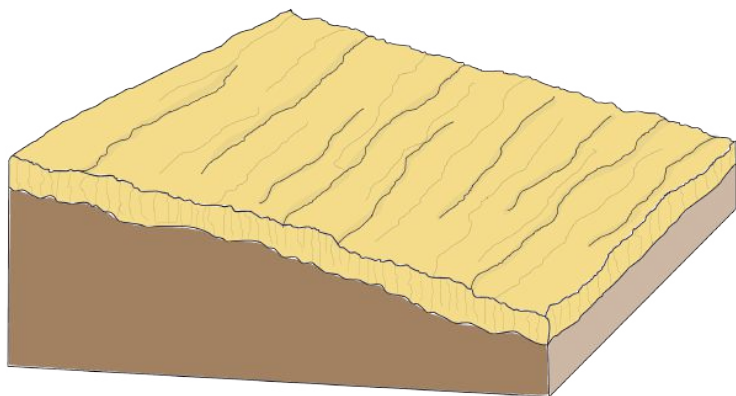
Pokud je mez situována po vrstevnici, snižuje nepřerušenou délku svahu, zachycuje povrchový odtok, příznivě ovlivňuje biodiverzitu, ale má také významný krajinnotvorný efekt. Meze jsou často kombinovány s opatřeními, jako jsou průlehy nebo příkopy, zasakovací pásy a hrázky. Nejvyšší protierozní a retenční účinnost má mez se zasakovacím sedimentačním pásem nad mezí a průlehem pod ní. Meze je žádoucí osazovat dřevinou vegetací a současně jsou to místa pro osídlení planými druhy. Opatření pak poskytuje nezanedbatelnou roli v posilování ekologické stability. Historické meze v krajině jsou nositelem krajinného rázu.



Mez snižuje nepřerušenou délku svahu, zachycuje povrchový odtok, příznivě ovlivňuje biodiverzitu, ale má také významný krajinnotvorný efekt.



Terasa



Navrhovaný stav ✓

- + protierozní opatření
- + využití pozemků pro obdělávání
- + rozdělení půdních bloků
- + ozelenění – krajínotvorné, ekologická stabilita
- stavebně i finančně náročné opatření





Zemědělsky využívané terasy (foto Envicons)

Jsou protierozním opatřením navrhovaným na extrémně svažitéch pozemcích nad 15 %. Slouží ke zmenšení sklonu jednotlivými stupni, rozdělují svah na úseky teras a tím snižují povrchový odtok a předcházejí vzniku vodní eroze. Terasy zlepšují využití pozemků pro mechanizaci a rozšiřují obdělávatelnou pěstební plochu pro její efektivní využívání. Vybudováním teras často mizí ekosystémy nevyužívaných zemědělských lokalit, které mohou být významnými plochami z hlediska biodiverzity i jako útočiště živočichů. Jsou náročným a nákladným stavebním opatřením a k jejich budování se přistupuje jen v opodstatněných případech a v nejnutnějším rozsahu. Před vybudováním teras je vhodnější aplikovat méně technická opatření k řešení problému s erozí, jako jsou meze, průlehy, stupně, hrázky a další. Nevhodně navržené parametry teras mohou působením povětrnostních podmínek degradovat a vytvořit další problémy na orné půdě. Vlivem přivalových dešťů nebo tání sněhové pokrývky mohou nastat svahové nestability, vznik erozních rýh a celkové ohrožení majetku pod terasovaným svahem. Dimenze a tvar teras je nutné přizpůsobit místnímu reliéfu a krajinnému rázu. Musí vyhovovat pěstební podmínkám a způsobu obdělávání, současně nesmí omezovat okolní pozemky.

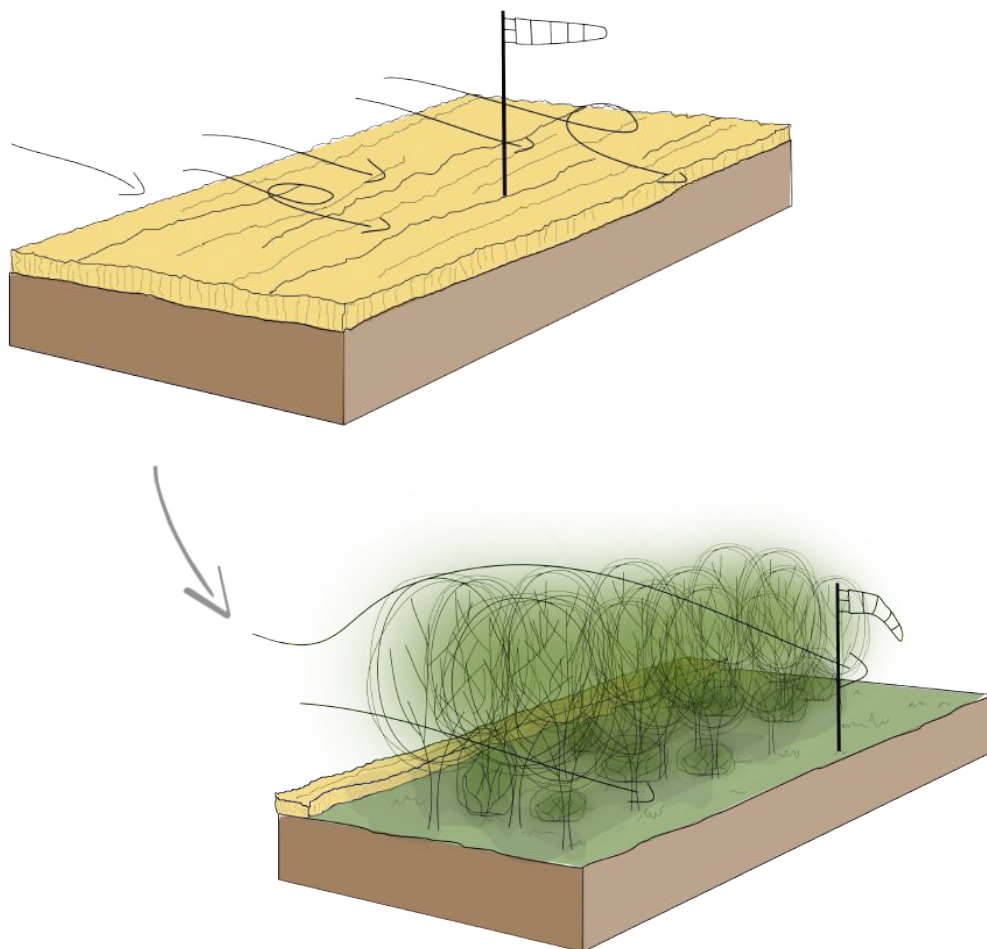
Terasy se doplňují doprovodnými objekty, jako jsou bermy, obratiště, drenážní odvodnění, protierozní příkopy a průlehy, polní cesty a sjezdy. Vhodné je i ozelenění teras krajinnou vegetací, která slouží i ke stabilizaci a jako protierozní prostřednictvím kořenových systémů dřevin. Terasy pak plní funkci protierozní, ekologickou i krajinnou.



Budování teras je masivním zásahem do geologických, geomorfologických a pedologických i biologických poměrů, někdy je však nutné.



Větrolam



Navrhovaný stav ✓

- + opatření proti větrné erozi
- + zachycení povrchového odtoku a zasakování vod
- + přerušení povrchového odtoku
- + posílení ekologické stability a biodiverzity
- + krajínotvorný prvek
- + prostupnost a rozčlenění krajiny





Větrolam, pohled na západ (foto Envicons)

Větrolam je trvalý dřevinný porost tvaru širokého pásu, který je situovaný kolmo na převládající směr proudění větru. Obsahuje stromové i keřové patro a je jedním z nejúčinnějších opatření pro snížení větrné eroze. Podstatou účinku větrolamů je snížení rychlosti větru a snížení turbulentní výměny vzduchu v přízemní vrstvě. Pro optimalizaci funkce větrolamů je důležité jejich správné provedení, a to zejména umístění, druhová skladba a situování směru se zapojením v síti. Větrolamy se rozdělují na neprodouvacé, poloprodouvacé a prodouvacé. Neprodouvacé větrolamy jsou složeny z více řad stromů a keřového patra. Poloprodouvacé mají jednu nebo dvě řady stromů a keřové patro. Keřové patro není zastoupeno v prodouvacích větrolamech, ty jsou tvořeny pouze několika řadami stromů. Šířky dřevinného pásu se pohybují v závislosti na místních podmínkách od osmi do šestnácti metrů. Vhodná je kombinace více druhů dřevin, jejich výběr závisí na místních podmínkách a přirozené potenciální vegetaci oblasti.

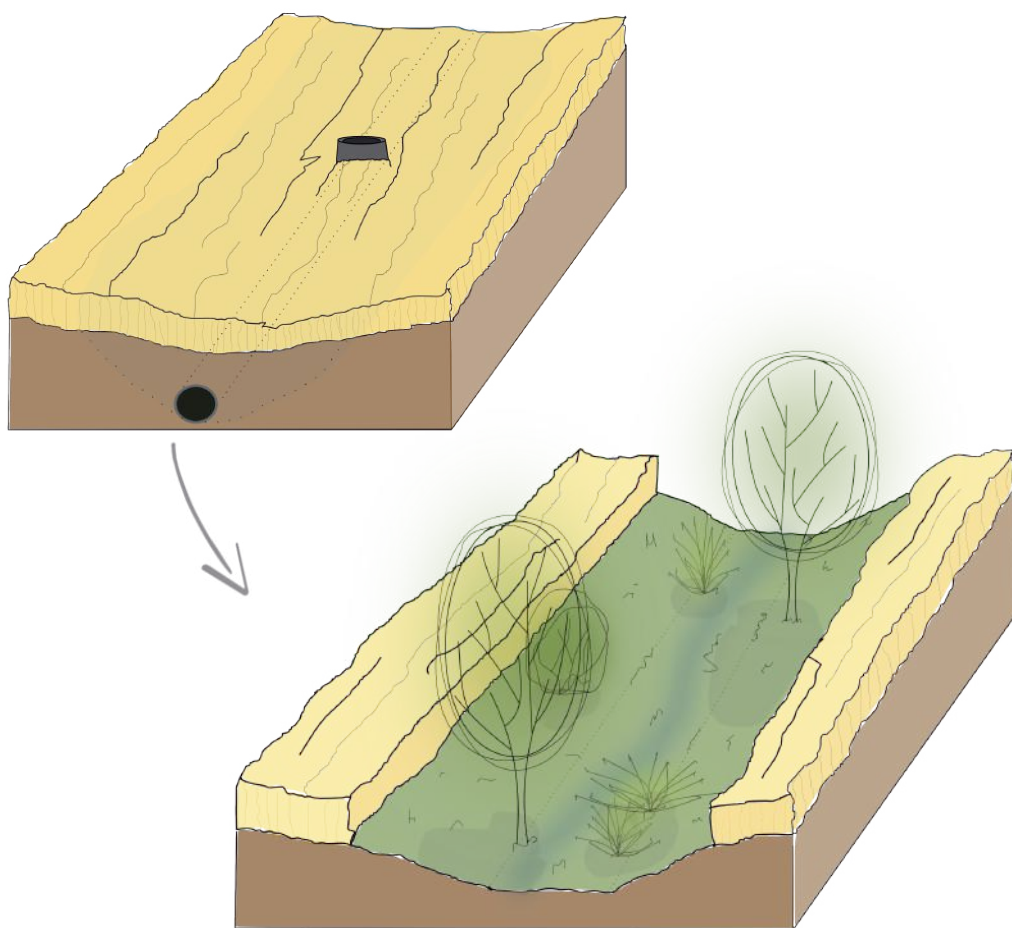
Větrolamy v krajině jsou opatřením proti větrné erozi, ale i významný prvek ekologické stability území. Rozčleňují krajinu, podporují prostupnost a migraci živočichů, často fungují jako biokoridory. Mohou být doplněny cestami nebo dalšími protierozními opatřeními jako jsou průlehy. Větrolamy zadržují vodu v krajině, podporují zasakování srážkové vody. Přerušují dráhy soustředěného odtoku a zpomalují povrchový odtok. Přispívají ke zvýšení biodiverzity, estetického projevu krajiny a jsou významným krajinotvorným opatřením.



Větrolamy v krajině jsou opatřením proti větrné erozi,
ale i významný prvek ekologické stability území.



Úprava vodního režimu půd – revize odvodnění



Současné problémy



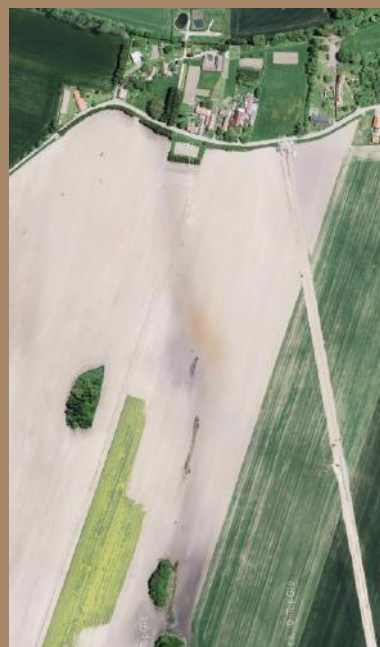
- nevhodné či nefunkční meliorace
- odvodnění cenných lokalit
- ztráta biotopů
- ztráta biodiverzity
- projevy zemědělského sucha

Navrhovaný stav



- + otevření zatrubněných hlavnků
- + snížení průtočné kapacity hlavnků
- + celkové zrušení meliorace

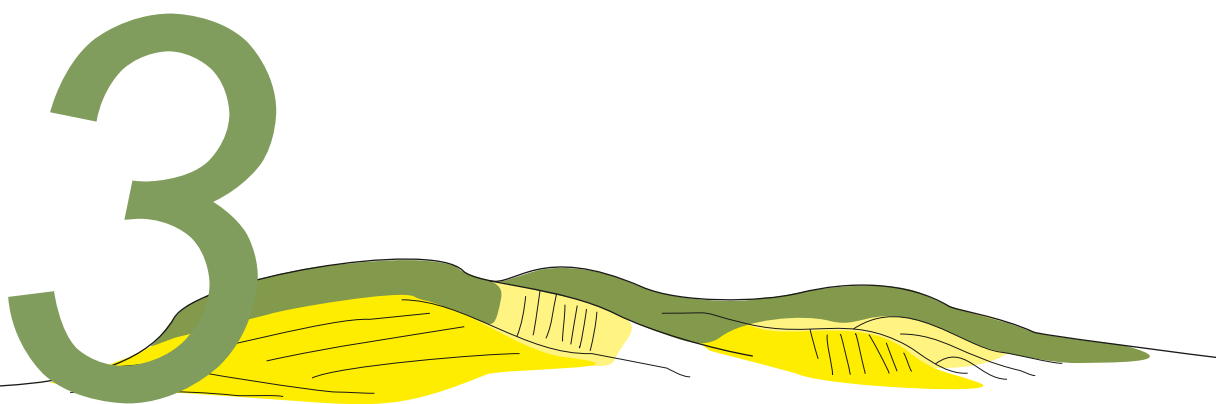




Odvodnění údolnice od prameniště melioračním zařízením (foto Envicons, letecký snímek Mapy.cz)

Zemědělský půdní fond je ve velké míře ovlivňován výstavbou melioračních zařízení, která se nacházejí přibližně na 25 % zemědělské půdy. Odvodnění bylo budováno nejvíce v letech 1935-1940 a 1965-1985. Odvodnění má v zemědělské krajině své opodstatnění, ale častokrát byly odvodněny i lokality nevhodné a cenné z pohledu druhové diverzity či lokálních vodních zdrojů. Zastaralé odvodňovací systémy by měly být všude tam, kde je to účelné, optimalizovány k posílení zadržování vody v krajině, nebo modernizovány na systémy s dvoji funkcí, tedy odvodňovací a závlahovou. Níže jsou uvedeny základní možnosti řešení odvodňovacích systémů. Významným problémem v realizování se jeví neznalost přesného uložení odvodňovacích zařízení, technická dokumentace je již častokrát nedohledatelná.

- Regulace v systémech HOZ (hlavní odvodňovací zařízení)
 - Revitalizační opatření a podpora renaturace koryt
 - Otevření zatrubněného HOZ
 - Úprava trasy a nivelety otevřeného HOZ (vyměření, stupně, tůňky, boční tůňe ...)
 - Úprava průtočného profilu HOZ (snížení kapacity)
 - Změna opevnění koryta, zvýšení drsnosti koryta
 - Přeložení trasy HOZ při zachování původních návrhových parametrů a funkcí
 - Úplné zrušení koryta HOZ
 - Změna způsobu zaústění POZ do HOZ
- Regulace v části POZ (podrobné odvodňovací zařízení)
 - Regulace hladiny na regulačních prvcích
 - Obnova účinnosti odvodňovacího prvku (s efektem zvýšení infiltrační schopnosti zamokřeného povrchu pro srážky)
 - Změna vlahového režimu pozemku ve vazbě k existenci drenážního prvku
 - Korekce funkcí pramenišť a pramenních jímek
 - Snížení účinnosti/funkčnosti odvodňovacího prvku



Krajinotvorná opatření

Člověk svojí činností v minulosti i nyní poškodil nebo zničil rozsáhlá území i jednotlivé ekosystémy. Krajinné prvky jsou přírodní nebo člověkem vytvořené útvary, které jsou nedílnou součástí zemědělské krajiny, člení ji a spoluvytvářejí její ráz. Antropogenní ovlivnění krajiny má dalekosáhlé důsledky ve fungování ekosystémů a způsobuje řadu negativních procesů. Předkládaná opatření mají za cíl tyto negativní důsledky eliminovat a vrátit krajině zpět stabilitu. Základním principem je obnova funkce a následně struktury ekosystémů a zvýšení přírodní hodnoty narušených stanovišť. Krajina plní zásadní funkce z hlediska zemědělství, ekologie, kultury ale i z pohledu jedince („krajina domova“) a společnosti. Krajinné prvky jsou součástí krajiny, které jsou určující pro její ekologickou stabilitu, krajinný ráz a hodnotu krajiny. Funkce krajinných prvků jsou zejména protierozní, pro zvýšení retence vody v krajině, udržení nebo zvýšení ekologické stability území. Dále fungují jako protipovodňové, plní ochranu přírody a krajiny, jsou nositelem funkce krajinářské, estetické a rekreační.

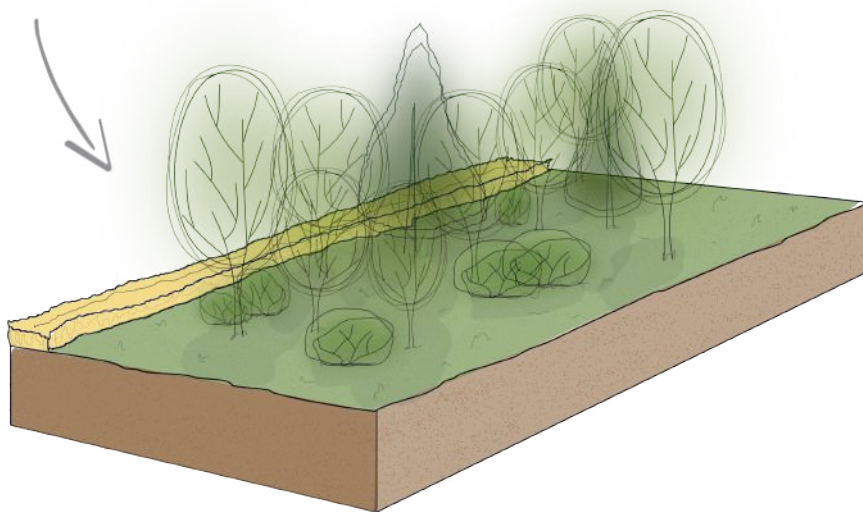
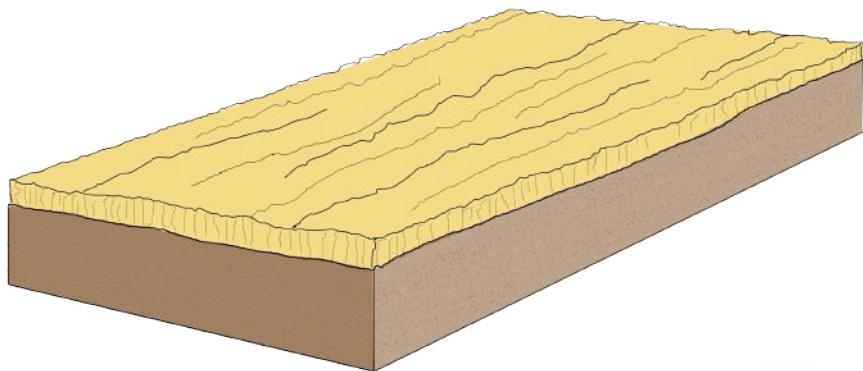
Mezi krajinotvorná opatření můžeme v širším měřítku zahrnout i všechna dosud uvedená opatření. Zejména pak zatravnění údolnice (dráhy soustředěného odtoku), obnovu trvalých travních porostů, mokřadů a tůní. S tím je spojena revitalizace toků a obnova břehových porostů a ochranných lesních pásů kolem toků. Významnými prvky vázanými na vodní toky jsou i povodňové parky a výstavba přírodě blízkých povodňových odlehčovacích a ochranných koryt. V lesním prostředí výrazně napomáhá krajinotvorbě tvorba polyfunkčního lesa s pestrou dřevinou skladbou. Na orné půdě jsou výraznými krajinotvornými opatřeními hlavně meze, větrolamy, terasy nebo zasakovací pásy a průlehy.

Legislativa republiky popisuje krajinné prvky v zákoně č. 291/2009, kterým se mění zákon č. 252/1997 Sb., o zemědělství, ve znění pozdějších předpisů. „Krajinný prvek představuje souvislou plochu, popřípadě jiný útvar, i zemědělsky neobhospodařované půdy, která plní mimoprodukční funkci zemědělství a která se nachází uvnitř půdního bloku, popřípadě dílu půdního bloku, nebo s ním nejméně na části hranice sousedí.“ Druhy krajinných prvků ve smyslu zákona stanovuje nařízení vlády č. 335/2009 Sb., o stanovení druhů krajinných prvků. Těmi jsou meze, terasy, travnaté údolnice, stromořadí, skupiny stromů a solitérní dřeviny. Zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny definuje dále významné krajinné prvky. „Významný krajinný prvek je ekologicky, geomorfologicky nebo esteticky hodnotná část krajiny, která utváří její typický vzhled nebo přispívá k udržení její stability. Jsou jimi lesy, rašeliniště, vodní toky, rybníky, jezera, údolní nivy.“ Dále jsou jimi jiné části krajiny, které zaregistruje příslušný orgán ochrany přírody jako významný krajinný prvek, „zejména mokřady, stepní trávníky, remízky, meze, trvalé travní porosty, naleziště nerostů a zkameněliny, umělé i přirozené skalní útvary, výchozy a odkryvy. Mohou to být i cenné plochy porostů, sídelních útvarů, včetně historických zahrad a parků.“

Jak můžeme pomoci?

- Podpora prostupnosti a ÚSES
- Obnova historických polních cest
- Změna využití půdy
- Aleje a stromořadí
- Ovocné sady
- Solitérní dřeviny
- Skupina dřevin
- Sanace a rekultivace

Podpora prostupnosti krajiny a ÚSES



Navrhovaný stav ✓

- + podpora ekologické stability
- + podpora biodiverzity
- + prostupnost krajiny
- + krajínovorná funkce
- + podpora retence vody v krajině
- + protierozní funkce





Výsadba krajinných prvků Vysoká nad Labem (projekt a foto: Envicons)

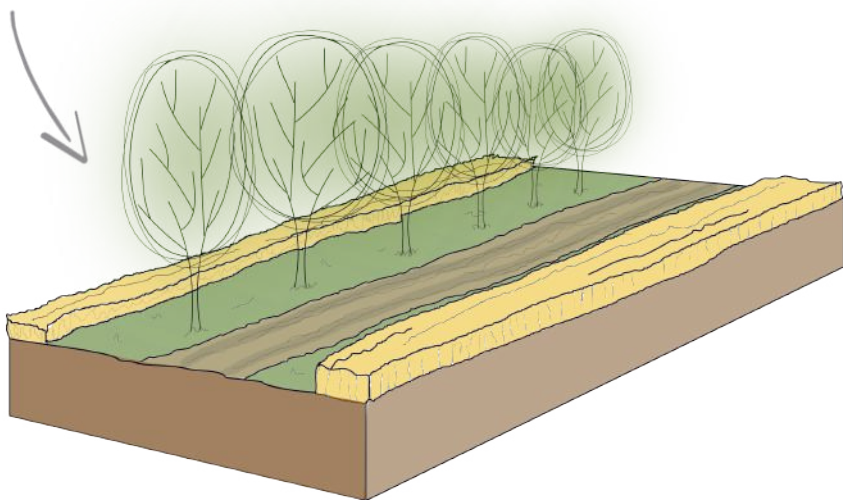
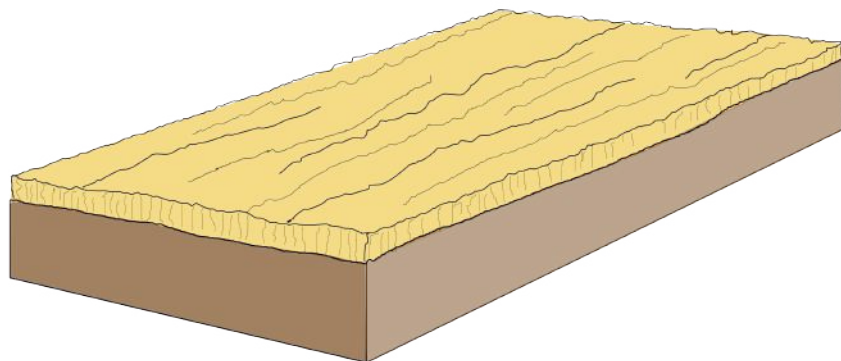
Územní systém ekologické stability (ÚSES) tvoří biocentra propojovaná biokoridory, doplňují je interakční prvky. ÚSES navrhují v konkrétních katastrálních územích při zpracování územních plánů autorizovaní projektanti ÚSES. Biokoridory jsou liniové prvky v krajině k umožnění šíření a prostupnosti pro organismy. Propojují jednotlivá biocentra a tak tvoří ucelenou síť přírodních nebo přírodě blízkých prvků v krajině. Biocentra jsou plošné prvky sloužící organismům jako útočiště, k rozmnožování aj, předpokládá se v nich dlouhodobá existence rostlinných společenstev a živočichů. Svým stavem a velikostí umožňují existenci přirozeného nebo přírodě blízkého ekosystému. Vhodně navržené prvky ÚSES fungují v krajině i jako protierozní opatření a pro podporu retence vody v krajině. Lokality pro realizaci ÚSES by měly být navrhovány v souladu s principy vymezování ÚSES (MŽP, Bínová a kol., metodika vymezování územního systému ekologické stability), měly by zohledňovat protierozní a krajinotvorné funkce. Úskalím ÚSES je jeho realizace. Navržená síť často zůstává jen v podobě navrhovaných nebo nefunkčních prvků ve výkresech územního plánu. Hospodaření, často na orné půdě, kde jsou navrženy prvky ÚSES, pak není v souladu s územním plánem. Jedním z vhodných mechanismů pro realizaci jednotlivých prvků jsou komplexní pozemkové úpravy v katastrálním území. Prvky ekologické stability mohou být realizovány jako společná zařízení pozemkových úprav. Opatření má zásadní krajinotvornou funkci. Kromě funkcí pro podporu ekologické stability krajiny a pro podporu biodiverzity, je zásadním opatřením pro tvorbu a obnovu krajinného rázu. Jednotlivé prvky ÚSES člení krajinu, rozdělují nadměrně velké půdní bloky, mohou tvořit ohraničení pozemků. Napomáhají prostupnosti krajiny pro živočichy i pro místní obyvatele.



Kromě funkcí pro podporu ekologické stability krajiny a pro podporu biodiverzity, je zásadním opatřením pro tvorbu a obnovu krajinného rázu.



Obnova historických polních cest



Navrhovaný stav ✓

- + krajínovorné opatrení
- + rozdelení orných bloků
- + prostupnost krajiny pro místní obyvatele
- + potenciál pro polyfunkční využívání krajiny
- + kombinace s výsadbou dřevin, mezemi, průlehy...





Kolejová polní cesta (foto Envicons)

Se změnou vlastnictví pozemků a s kolektivizací zemědělsky využívané půdy došlo k zániku tisíců polních cest. Změna struktury krajiny, která spočívala ve scelení drobných soukromých políček do ucelených mnohohektarových lánů, poznamenala i prostupnost a polyfunkčnost krajiny. Síť polních cest sloužila jednotlivým vlastníkům a hospodářům k přístupu se zvířaty nebo technikou na pole. Pestrá mozaika lánů v kombinaci s vysokými počty vlastníků vyžadovaly hustou síť cest, která po kolektivizaci ztratila smysl. Zachovaly se pouze páteřní cesty umožňující pohodlný přístup na pole se stále se zvětšující zemědělskou technikou. Polní cesty ale fungovaly i jako spojnice mezi obcemi, zkratky a také pro rekreaci místních obyvatel. Současně byly doprovázeny stromořadími a mezemi nebo drobnými plochami úhorů, které nabízelý vhodné podmínky k zachování a šíření takzvaných polních plevelů. Cesty byly tedy funkčním i estetickým doprovodem zemědělské krajiny. V intenzivně využívané zemědělské krajině byly krajinotvorným prvkem, dodávaly hlavně lidské měřítko a malebnost.

Vhodné je obnovovat historické polní cesty, které budou v dnešní době účelné a napomohou zlepšení stavu krajiny, polyfunkčnosti a k využívání krajiny obyvateli. Obnovou historických polních cest dojde k rozčlenění nadměrně velkých půdních bloků, krajina se stane prostupnější zejména pro místní obyvatele. Mohou být vytvořeny vycházkové okruhy a trasy a tak podpořen lokální turismus. Díky cestám v kombinaci s dalšími opatřeními jako jsou stromořadí, aleje, průlehy, meze nebo jen zatravnění, se i intenzivně obdělávaná zemědělská krajina může stát každodenní součástí života obyvatel. Tato opatření dodávají krajině lidské měřítko a působí krajinotvorně. Pokud na území neproběhly komplexní pozemkové úpravy, historická cestní síť zůstává patrná na mapách pozemkového katastru.



I intenzivně obdělávaná zemědělská krajina se může stát každodenní součástí života obyvatel.



Změna využití půdy



Navrhovaný stav ✓

- + optimalizace fungování a využívání krajiny na základě přírodních podmínek
- + legislativní opatření
- + dodržování územních plánů
- + tvorba ekologicky významných prvků
- + změny územních plánů





Krajinná mozaika Litomyšlska (foto Envicons)

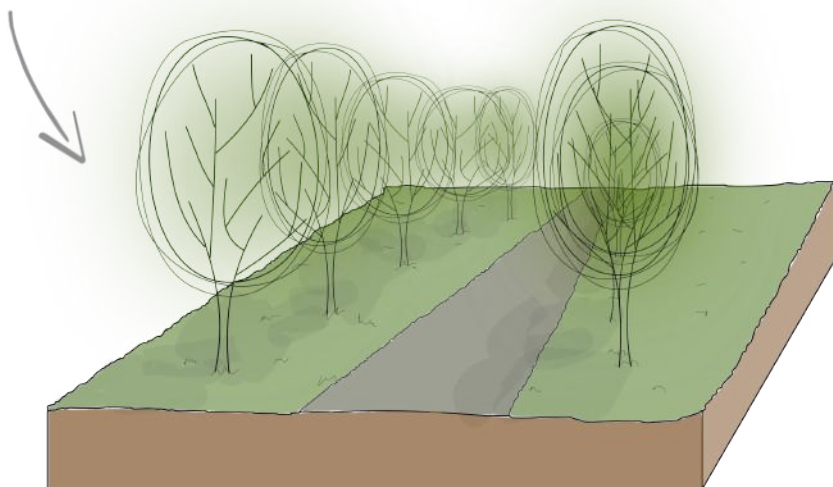
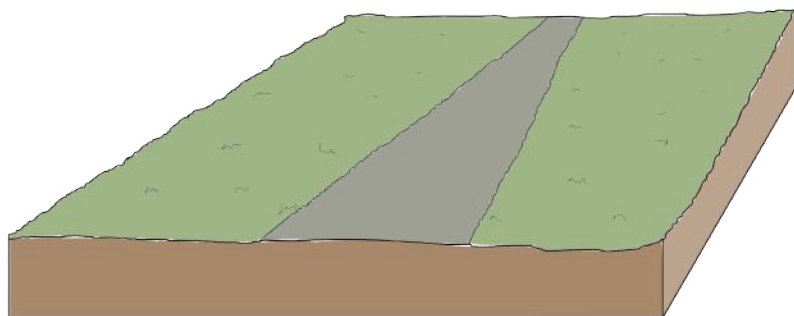
S návrhem krajinných opatření souvisí změny využívání pozemků. Tyto změny by měly být v ideálním případě zpracovány do územních plánů obcí. Ve vztahu k územnímu plánu se setkáme nejčastěji s převodem orné půdy na plochy s přírodě bližším způsobem využívání. Především jde o změny orné půdy na plochy dle metodického pokynu „Standardu vybraných částí územního plánu“ (Ministerstvo pro místní rozvoj, 2019). Jsou to například plochy ZO zeleň ochranná a izolační, ZP zeleň přírodního charakteru, WT vodní plochy a toky, AL louky a pastviny, LE lesní, NP přírodní. Změna využívání se týká i opatření, která mohou být dále nově vedena jako ekologicky významné prvky ve smyslu zákona o zemědělství (252/1997 Sb.). V takovém případě není nutné půdu vyjmout ze zemědělského půdního fondu a na plochy vnitřních a vnějších krajinných prvků je možno pobírat dotace. Změna využívání spočívá v ukončení zemědělského obdělávání těchto ploch a ve většině případů jsou plochy zatravněny a opatřeny výsadbami, změni se tak management údržby. Změny využívání půdy jsou velmi důležitým legislativním opatřením, které by mělo mít zásadní význam pro vzhled a fungování krajiny. Územně plánovací dokumentace by tak měly být vypracovávány zásadně po detailních analýzách území a správně a dlouhodobě navrhovat jednotlivé pilíře trvalé udržitelnosti.



Změny využívání půdy jsou velmi důležitým legislativním opatřením, které by mělo mít zásadní význam pro vzhled a fungování krajiny.



Aleje a stromořadí



Navrhovaný stav ✓

- + estetická funkce
- + podpora zasakování vody v krajině
- + předcházení erozi
- + prostupnost krajiny a rekreační potenciál
- + podpora biodiverzity, opylovačů na ovocných dřevinách
- + ovlivnění mikroklimatu, hluku i prašnosti





Nově vysazená alej v Litomyšli (projekt a foto: Eva Wagnerová, Envicons)

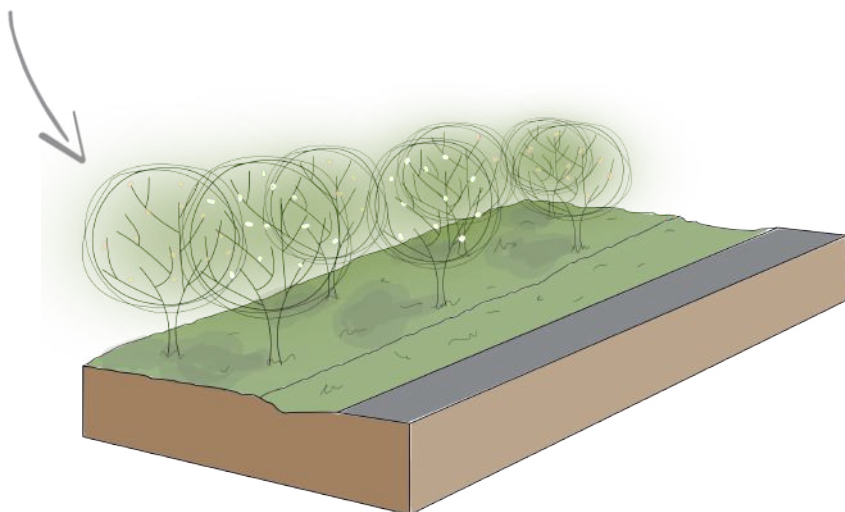
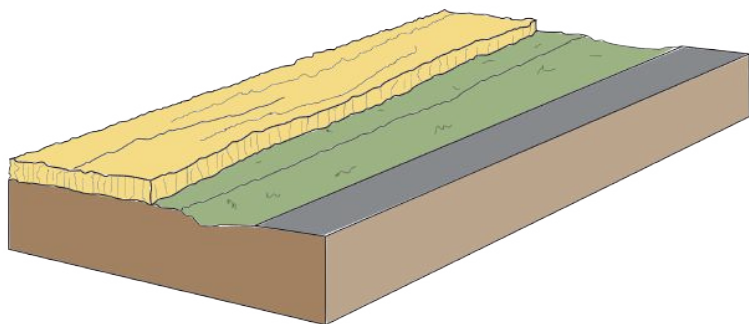
Aleje a stromořadí mají jeden ze zásadních vlivů na vzhled krajiny. Dnes jsou fenoménem zejména v nížinách, kde jsou často jedním z mála krajinotvorných opatření v převaze orné půdy. Začaly se ve větší míře sádit podle nařízení Marie Terezie a Josefa II. pro poskytnutí stínu a stravy vojskům pochodujícím krajinou. Současně napomáhaly orientaci v krajině. Hojně se pak ovocné aleje rozšířily po 2. sv. válce. Aleje a stromořadí jsou prvky liniového typu tvořeny minimálně pěti kusy dřevin, zpravidla v pravidelných rozestupech. Druhá skladba by měla odpovídat místním podmínkám, prostorovým nárokům nebo historickému kontextu. Jako samostatná kategorie mohou být vymezena ovocná stromořadí. V nich se podle podmínek nejčastěji objevují jabloně, hrušně, třešně, slivoně a ořešáky. Z hlediska územního plánování jsou prvky řazeny mezi tzv. interakční prvky, které jsou součástí ÚSES. Stav alejí a stromořadí v krajině je celkově spíše nevyhovující. V mnoha krajinách jsou přítom, zejména v doprovodu cest, zásadním krajinotvorným opatřením a nositelem krajinného rázu (komponované krajiny, historické areály). Nově navrhované aleje a stromořadí v krajině mohou plnit kromě funkce krajinotvorné a estetické (ovocné dřeviny v době kvetení) i funkci protierozní a pro zasakování vody v krajině. Liniové výsadby jsou vždy vysazované do pásu trvalého travního porostu, který tak působí i jako ochranné zatravnění. Při situování liniových výsadeb po vrstevnici je tento efekt ještě umocněn. Nejčastěji se aleje a stromořadí zakládají na pozemcích podél cest a mohou být součástí společných zařízení KoPÚ. Svůj význam mají i pro rekreaci v prostupnosti krajiny. Mezi další funkce patří podpora biodiverzity, zejména opylovačů u ovocných druhů. Ochrana proti větrné erozi, omezení tvorby sněhových jazyků v zimních obdobích. Stejně jako další dřevinné porosty mají funkci hygienickou. Ovlivňují prašnost prostředí, mikroklima a mohou působit jako protihlukové stěny.



V mnoha krajinách jsou, zejména v doprovodu cest, zásadním krajinotvorným opatřením a nositelem krajinného rázu.



Ovocné sady



Navrhovaný stav ✓

- + zachování genofondu
- + krajínovorná funkce
- + ekologická a environmentální funkce
- + součást historie a propojení obyvatel s krajinou
- + posilování biodiverzity a ekologické stability





Obnova ovocného sadu v Semaníně (projekt a foto: Envicons)

Počátky sadovnictví u nás sahají až na počátek raného středověku, možná ještě dál. Důležitou roli hrálo období renesance, vzestup přišel pak za osvícenské vlády Marie Terezie a Josefa II. V 19. století bylo vysázeno množství ovocných sadů na okrajích rozrůstajících se měst pro zásobení nových obyvatel ovocem. Pro ovocné sady nastal zlomový okamžik při kolektivizaci zemědělství v 50.–70. letech. Mnoho extenzivních venkovských sadů bylo zrušeno a rozoráno ve prospěch orné půdy. Tendencí 21. století je v tomto ohledu návrat k extenzivnímu a udržitelnému hospodaření. Staré ovocné sady tak dostávají šanci na obnovu a jsou zakládány nové. S tím je spojena i produkce starých krajových odrůd ovoce. Ta nejen že pomáhá zachovávat ovocné sady, ale hlavně genofond odrůd, které jsou i kulturní hodnotou. Ovocné sady jsou plochy pro specializovanou výsadbu a pěstování ovocných druhů dřevin.

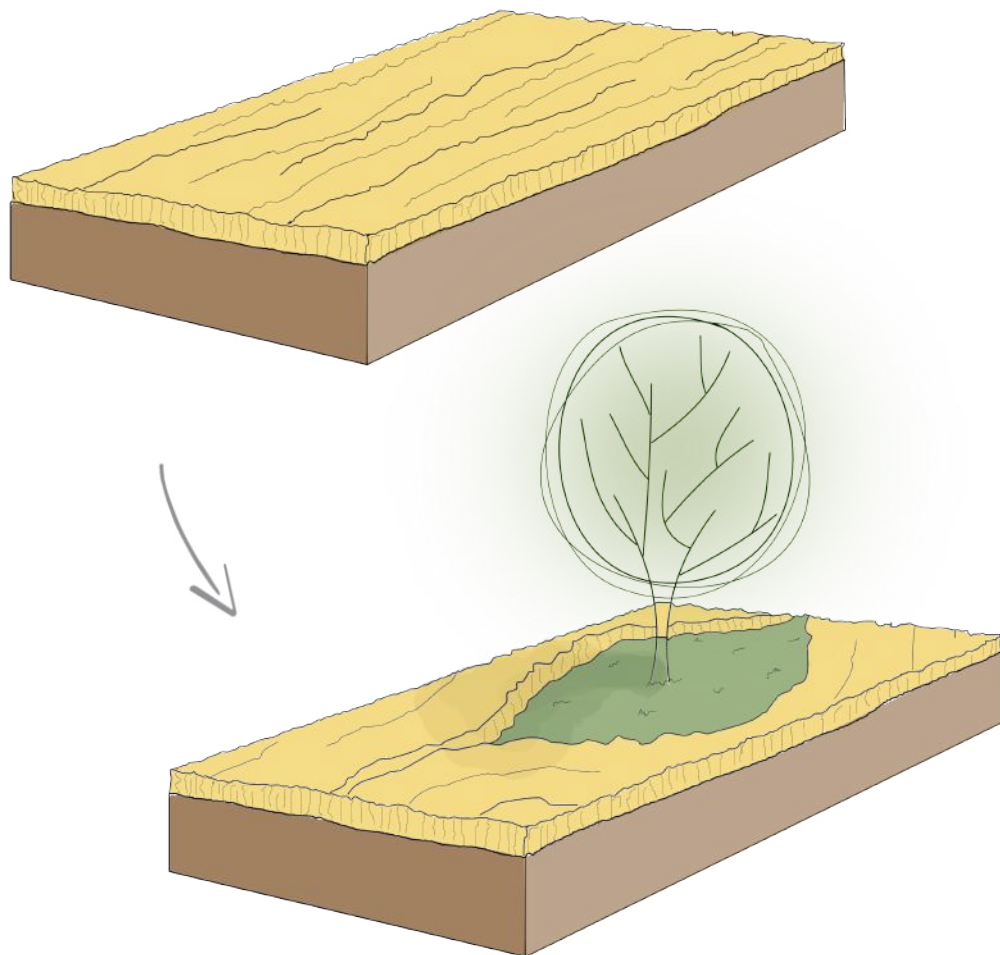
Sady mohou být intenzivní, jejichž hlavní funkcí je velkoprodukce ovoce. Extenzivní sady jsou pak významným krajinotvorným a estetickým prvkem krajiny a jsou koloritem venkova. Mají ekologickou a hygienickou funkci a vysoký rekreační potenciál. Udržování starých extenzivních vysokokmenných sadů spočívá v podstatě jen v kosení travního porostu a občasnému prořezu suchých větví. Takové sady mohou být staré i stovky let a jsou významným nositelem krajinného rázu, ale i vztahu místních obyvatel s krajinou domova. Sady mohou být luční, pastevní i polní. Jsou samostatným biotopem, který připomíná původní lesostep. Mohou být domovem významných druhů mezofilních luk nebo suchých trávníků a lesostepních bylin, stejně jako lesních i lučních živočichů. Na odumírající a mrtvé dřevo starých stromů je vázána řada druhů hmyzu a hub. V dutinách doupných stromů hnízdí ptáci či drobní savci, netopýři či plazi. Sady tedy plní velice významnou roli z hlediska biodiverzity, dále plní funkci vzdělávací, sociální, protierozní a genetickou.



Extenzivní sady jsou významným krajinotvorným a estetickým prvkem krajiny a jsou koloritem venkova.



Solitérní dřeviny



Navrhovaný stav ✓

- + vazba k místu nebo událostem
- + prvky orientace v krajině (hraniční stromy)
- + doprovod drobné architektury v krajině (profánní, sakrální)
- + vazba místních obyvatel ke krajině
- + samostatné biotopy v krajině – biodiverzita





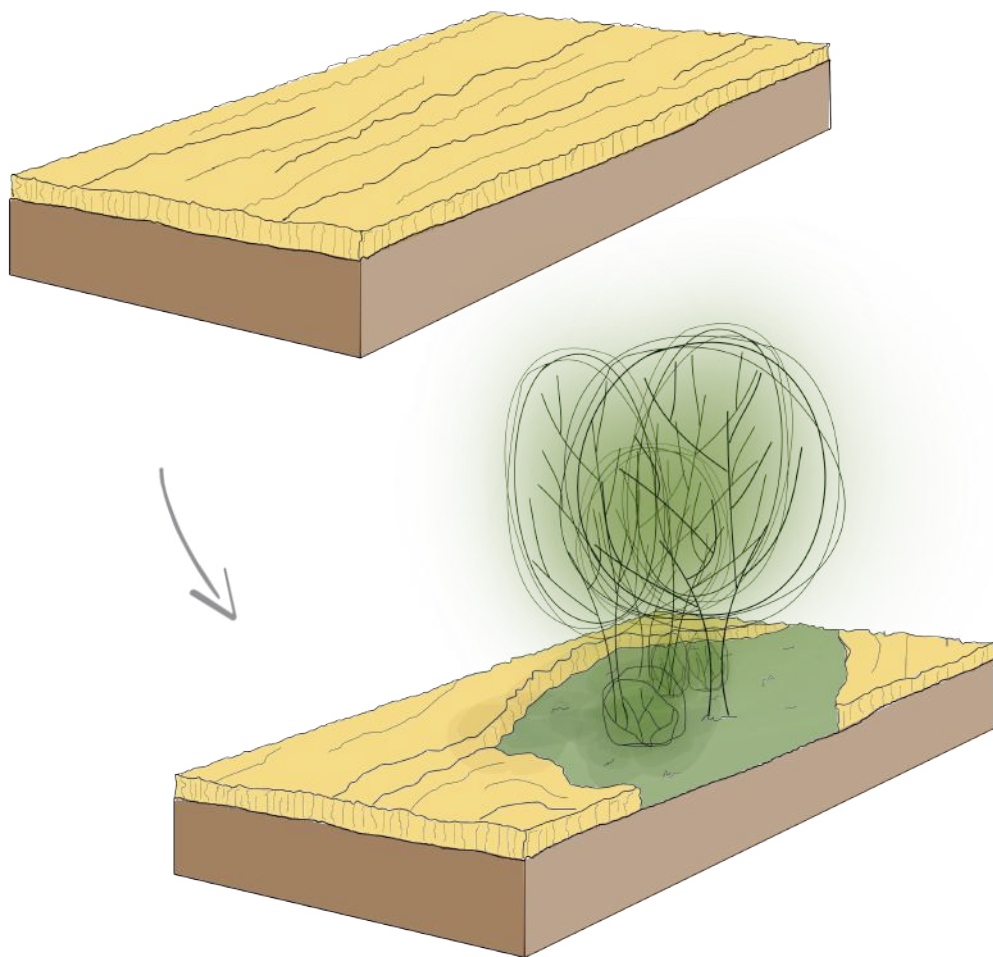
Prosperující solitérní dřevina a solitér utlačovaný ornou půdou (foto Envicons)

Solitérní dřevinnou je izolovaně rostoucí dřevina. Jako krajinný prvek dle zákona o zemědělství ji definuje nařízení vlády č. 335/2009 Sb., o stanovení druhů krajinných prvků. Jako taková je to dřevina s průmětem koruny od 8 m² vyskytující se v zemědělsky obhospodařované krajině mimo les, s výjimkou takové vegetace, která je součástí meze, terasy nebo travnaté údolnice. Solitérní dřeviny byly a mohou být vysazovány jako významné orientační body v krajině nebo jsou spojeny s významnými událostmi, které se vážou k místu. Mohou to být hraniční stromy, vysazované u cest na hranicích dvou katastrů. Solitér v krajině může být připomínkou významné události, například bitvy jako doprovod k pomníku, ale také jako připomínka narození či úmrtí člověka nebo dalších osobních událostí. V každodenním životě místních obyvatel jsou pak velice významné a zprostředkovávají propojení člověka s krajinou. Nelze opomenout ani dřevinné doprovody drobné sakrální architektury v krajině, které tvoří často významné pohledové dominanty. Specifickou roli hrají solitéry v komponovaných krajinách. Staré solitérní dřeviny v krajině se často uplatňují jako samostatný biotop a tím výrazně podporují biodiverzitu krajiny. Výjimkou není propojení určitého taxonu se vzácnými brouky. Na jilmy je například vázáno více druhů krasců, jde třeba o kriticky ohroženého krasce zlatolesklého. Na duby jsou vázáni tesařici, například teplomilný tesařík *Stenocorus quercus*. Solitérní dřeviny jsou v krajině často utlačovány zemědělskou technikou. Nezřídka dřeviny na orných blocích vykazují známky poškození z důvodu utužení kořenového prostoru a přiorávání půdy až ke kmenům. K těmto dřevinám by mělo být přihlíženo jako k významným prvkům krajiny a měly by být patřičně chráněny. Ideální by bylo vytvoření ochranného pásma zatravnění pod dřevinou, jeho velikost by pak reflektovala rozlohu koruny.



Solitérní dřeviny mohou být speciální ekologickou nikou umožňující trvalou existenci celé pyramidy dalších organismů odkázaných na dřevinu i na vzájemné vazby.

Skupina dřevin



Navrhovaný stav ✓

- + prvky orientace v krajině
- + doprovod drobné architektury v krajině (profánní, sakrální)
- + podpora biodiverzity
- + krajínotvorná a estetická funkce
- + protierozní funkce
- + zadržování vody v krajině





Skupina dřevin (foto Envicons)

Skupina dřevin je jedním z ekologicky významných prvků podle zákona č. 291/2009, kterým se mění zákon č. 252/1997 Sb., o zemědělství, ve znění pozdějších předpisů. Nařízení vlády č. 335/2009 Sb., o stanovení druhů krajinných prvků definuje skupinu dřevin jako útvar nelineového typu charakteru s nejméně dvěma kusy dřevin. Maximální možná výměra skupiny je 2 000 m², vyjmuty jsou skupiny, které jsou součástí meze, terasy nebo travnaté údolnice, stejně tak i vegetace, která plní funkce lesa podle § 3 lesního zákona. Na takto specifikované skupiny dřevin je možno žádat kompenzační dotaci, která by měla fungovat pro podporu vysazování krajinných prvků na úkor orné půdy. Skupinou dřevin může být i větší plocha porostu než 2 000 m², která není lesem.

Skupiny dřevin jsou významným krajinotvorným prvkem, který vytváří spolu s lesy i liniovými dřevinnými prvky krajinnou matici. Důležitou roli zastávají skupiny dřevin na orné půdě nebo na loukách, kde jsou hlavním útočištěm polní zvěře i ptactva. Zvyšují biodiverzitu a pomáhají udržovat ekologickou stabilitu. Fungují k lepší orientaci v krajině a mohou doplňovat drobnou architekturu v krajině (kříže, kapličky, pomníky a jiné). V neposlední řadě je důležitá jejich protierozní funkce a příznivý vliv na zadržování vody v krajině.



Důležitou roli zastávají skupiny dřevin na orné půdě nebo na loukách, kde jsou hlavním útočištěm polní zvěře i ptactva.



Sanace a rekultivace



Rekultivace po těžbě písku
v Čeperce (projekt a foto:
Envicons)

Základním úkolem rekultivace je obnova nebo vytvoření zemědělských pozemků, lesních kultur, vodních ploch a toků v souladu s koncepcí ekologicky vyvážené krajiny a životního prostředí. Nejčastěji se jedná o rekultivace starých průmyslových i zemědělských objektů (brownfield) i území postižených těžbou nerostných surovin.

Sanací rozumíme odstranění příčin a následků způsobených škod, zejména starých ekologických zátěží a kontaminovaných míst. Kontaminovaná místa mohou být skládky odpadů, průmyslové a zemědělské areály, drobné provozovny, nezabezpečené sklady nebezpečných látek, bývalé vojenské základny, území postižená těžbou nerostných surovin nebo opuštěná a uzavřená úložiště těžebních odpadů představující závažná rizika.

Navrhovaný stav

- + obnova zemědělských a lesních kultur
- + obnova vodních toků a ploch
- + obnova těžebních území
- + odstranění následků ekologických zátěží
- + odstranění kontaminací

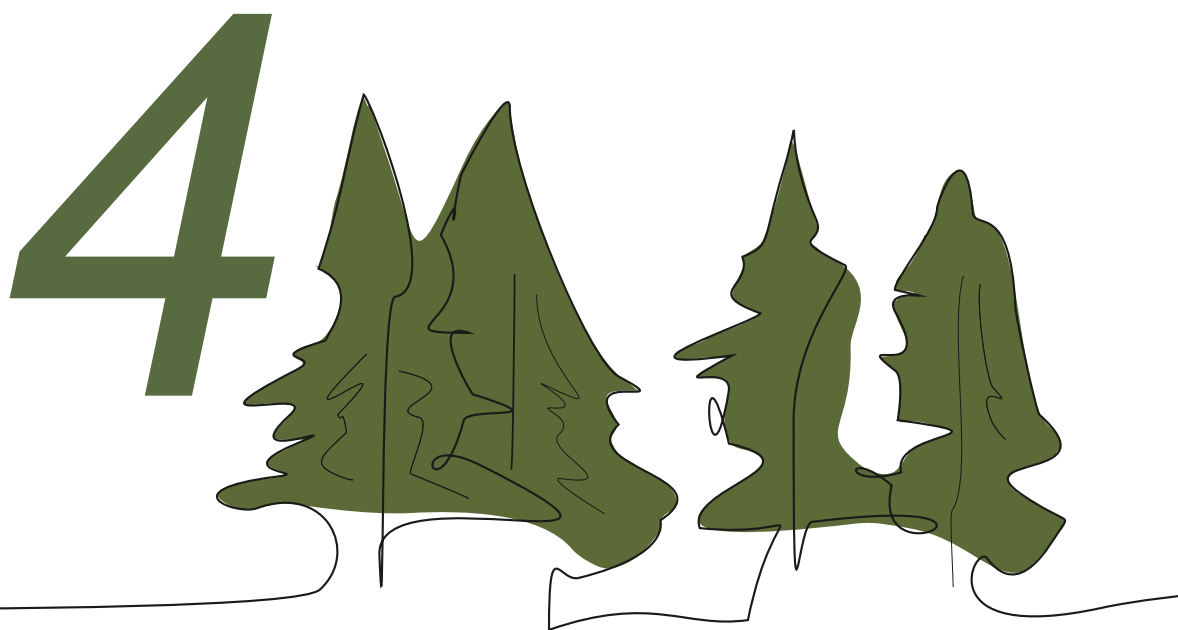


Nejčastěji se jedná o rekultivace starých průmyslových i zemědělských objektů a území postižených těžbou nerostných surovin.





Obnova přírodních stanovišť v CHKO Křivoklátsko (projekt a foto: Envicons)



Opatření v lesích

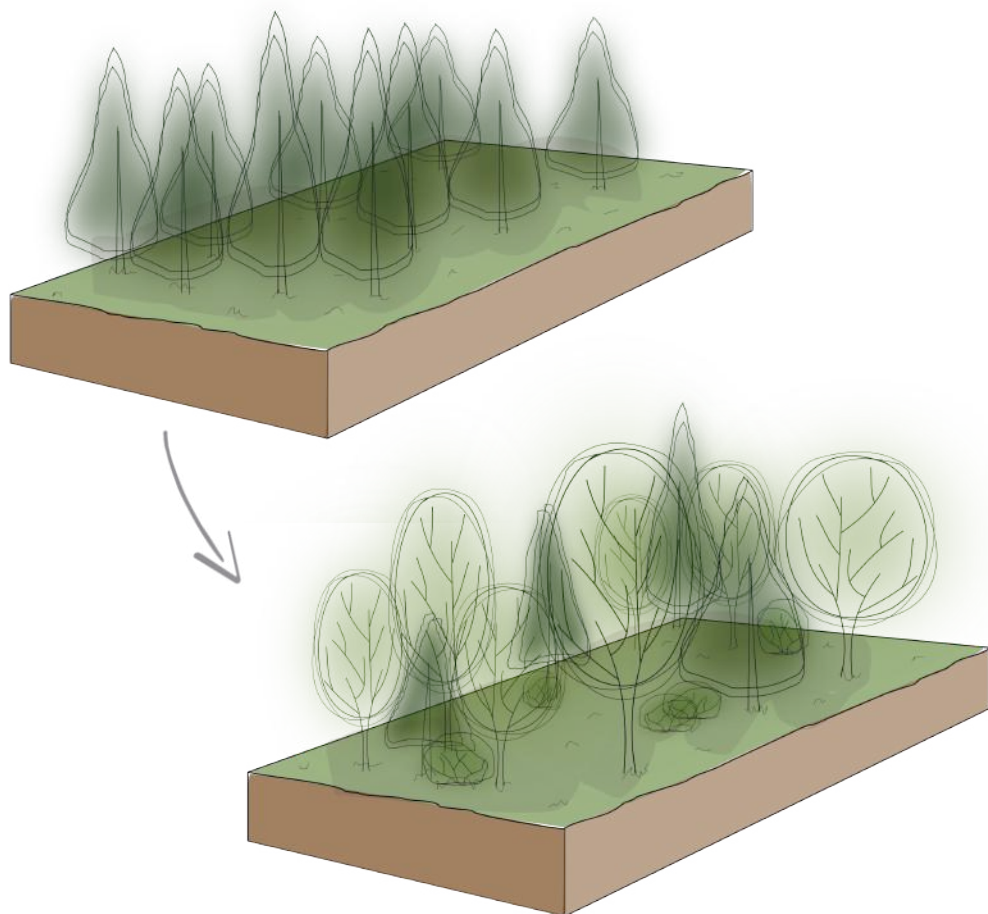
Ekosystém je soubor všech živých i neživých složek, které jsou propojeny komplikovanými vazbami a energetickými toky. Les má mimo jiné příznivý vliv na místní klimatické podmínky, zejména vyrovňáváním extrémů počasí (snižováním teplotních rozdílů, snižováním rychlosti větru apod.) a pozitivně též ovlivňuje hydrologický režim (zpomalováním a vyrovňáváním odtoku vody, udržování vyšší půdní vlhkosti apod.). Pokud srovnáme různé typy ekosystémů, největší schopnost držet vodu v krajině vykazují právě přirozené lesní ekosystémy. V současnosti je druhová, věková a prostorová skladba dřevin většiny lesů odlišná od přirozené i doporučené, čímž je snížena jejich ekologická stabilita.

Působením klimatické změny se zdravotní stav lesních ekosystémů nadále zhoršuje. Aktivita patogenních škůdců sílí a zároveň se zvyšuje četnost kalamit způsobených abiotickými vlivy, jako je nárazový vítr, mokrý sníh, svahové sesuvy po extrémních srážkách, lesní požáry a další. Nejviditelnější byly kůrovcové kalamity na smrkových porostech. Jedná se o důsledek sucha, které zvyšuje náchylnost k některým biotickým chorobám a stejně tak zvyšuje ohrožení hmyzími škůdci. Tím se stává sucho v konečném důsledku (sekundárně) mortalitním faktorem. Vzhledem k dlouhodobému nedostatku spodní vody pokračuje i velkoplošné prosychání borových porostů, což je vzhledem k vysoké odolnosti borů vůči suchu chmurným paradoxem.

Jak můžeme pomoci?

- Tvorba polyfunkčního lesa s pestrou dřevinnou skladbou
- Vhodné postupy při těžbě a důsledná sanace potěžebních či jiných technologických narušení půdy
- Rušení a hrazení odvodňovacích příkopů
- Odvodnění lesních cest, svodnice, zasakovací pásy a průlehy
- Hrazení strží za účelem ochrany majetku
- Vodní nádrže
- Ochrana lesních pramenů a pramenišť
- Ochranné lesní pásy kolem vodních toků
- Podpora hospodářských způsobů s trvalým půdním krytem

Tvorba polyfunkčního lesa s pestrou dřevinnou skladbou



Současné problémy



- produkční funkce lesa na prvním místě
- nulová podpora mimoprodukčních funkcí lesa
- rozsáhlé plochy monokulturních porostů
- nevhodně pozměněný hydrologický režim
- nevhodná druhová skladba
- nevhodné hospodaření s lesní půdou
- škody způsobované zvěří

Navrhovaný stav



- + pěstování prostorově a druhově pestrých porostů
- + posilování podílu melioračních a zpevňujících dřevin
- + využívání dřevin pionýrských a přípravných
- + podpora přirozené obnovy lesa
- + využití dřevin se širokou ekologickou amplitudou
- + pěstování druhů dřevin dle místních podmínek
- + podpora biodiverzity zakládáním podrostového patra
- + minimalizace technického odvodnění lesa





Les s pestrrou druhovou i věkovou strukturou (foto Envicons)

V tradiční lesnické praxi sloužil les primárně k produkci dřeva a jeho druhová i prostorová skladba byla produkční funkci podřízena. Změna klimatu může ovlivnit schopnost lesů poskytovat pro člověka nezbytné ekosystémové služby jako produkce biomasy, regulace kvality ovzduší a vodního režimu povodí, včetně zmírňování povodňového rizika. Základním opatřením v lesích je tedy vytvoření polyfunkčního lesa, kde jsou všechny jeho funkce, produkční i mimoprodukční, rovnocenné. Konkrétní technické parametry je obtížné specifikovat, jelikož různé místní podmínky vyžadují jinou texturu a složení lesa. Optimální je pěstovat prostorově a druhově různorodé porosty s co největším využitím přírodních procesů, pestré dřevinné skladby, přirozené obnovy a variability pěstebních postupů. Při tvorbě porostních směsí je vhodné využívat široké spektrum dřevin, navýšovat podíl melioračních a zpevňujících dřevin a využívat dřevin pionýrských a přípravných, společně s podporou přirozené obnovy lesa (tj. nové porosty vznikají vysemeňováním nebo výmladky, bez lidských zásahů).

Dále je vhodné podporovat žádoucí změny vodního režimu v lesích, například prostřednictvím revize lesotechnických meliorací a hrazení bystřin, minimalizace technického odvodnění a dalších opatření uvedených dále. Úspěšná realizace těchto opatření vyžaduje změnu přístupu k rozhodování v lesním hospodaření, komplexně zohledňující měnící se přírodní podmínky, finanční a hospodářské ukazatele a ekologické a environmentální limity pěstování lesa. Za příklad dobré praxe můžeme považovat projekt „Modelový les Česká republika“, který sdružuje území využívající udržitelný způsob hospodaření (<https://www.modelovyles.cz/>).



Optimální je pěstovat prostorově a druhově různorodé porosty s co největším využitím přírodních procesů, pestré dřevinné skladby, přirozené obnovy a variability pěstebních postupů.



Vhodné postupy při těžbě a důsledná sanace narušení půdy



Vytvářením holin na svazích vzniká vodní eroze půdy. Na svazích s obtížným přístupem je vhodné využívat pro odklizení dřeva koňský tah. (foto Envicons)

Současné problémy



- zhutnění lesní půdy mechanizací
- snižování infiltrace
- podpora hloubkové eroze
- narušení přirozených procesů v půdě
- poškození lesních porostů nevhodnou manipulací
- nevhodné nakládání s potěžebními zbytky

Navrhovaný stav



- + snižování odnosu opadu a půdních částic do toku
- + snižování rizika půdní eroze
- + podpora druhové rozmanitosti
- + zadržování vody a podpora infiltrace





Nešetrné přiblížování dřeva v jedné trase – utužení a eroze půdy (foto Envicons)

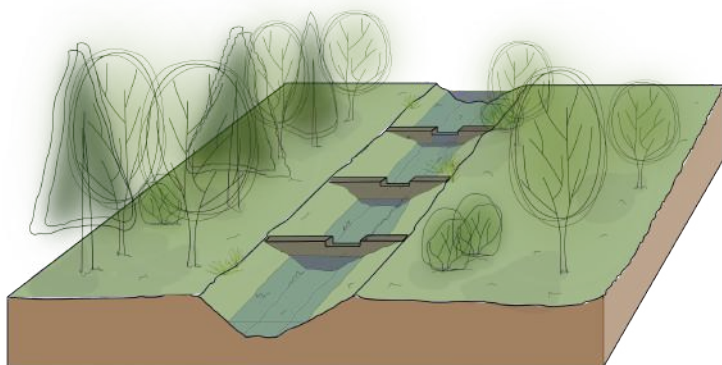
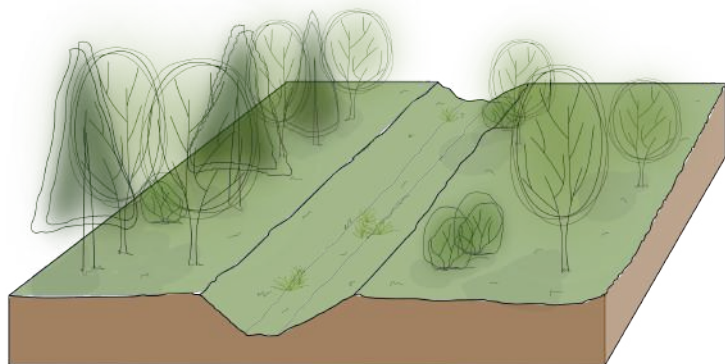
Polyfunkční les se svým vhodným druhovým složením je nutno obhospodařovat také citlivými postupy při těžbě a přiblížování dřeva. Podstatou opatření je zmírňovat poškození lesní půdy těžbou, a v případě vzniku poškození ho okamžitě sanovat tak, aby jeho vliv na narušení přirozených procesů v půdě byl co nejmenší. Základním požadavkem je vyklízení těžebního dřeva z porostů bez poškození prostředí, zejména lesní půdy. Vhodné je používání lanových dopravních systémů, pásových systémů, souprav s nízkým měrným tlakem ve stopě apod. Nabízí se i odklizení a přiblížování pomocí koňského tahu. Důležitou zásadou je omezení pojezdů v jedné trase, aby nebyla nadměrně zatěžována a utužována a nevznikaly dráhy soustředěného odtoku. I z tohoto důvodu v současnosti dochází k sanaci starých těžebních linek, kdy se narušuje a prokypřuje půda zhuštěná mechanizací. Na problematiku těžby navazuje potřeba preferovat hospodářské způsoby s trvalým půdním krytem, holoseč a následné zplanýrování plochy není vhodné z hlediska půdní struktury a biodiverzity. Zejména v extenzivních lesích je výběrová těžba vhodnější. Při výběrové těžbě je ponechán půdní kryt a podporováno přirozené zmlazování a různověkost porostů. Těžba by měla být realizována v suchém období roku, ideálně v zimních obdobích, aby nedocházelo k tvorbě hlubokých propadů těžké techniky. Sanační opatření by měla být realizována okamžitě po vzniku narušení těžbou a to za využití místních materiálů. Vhodné těžební postupy snižují riziko odnosu sedimentů do vodních toků a omezují působení půdní eroze. Nezpevněné linky a nevhodně zvolený způsob těžby v krajině rovněž zabraňují infiltraci vody do půdy a její urychlený odtok z krajiny ve formě soustředěného odtoku. Je proto nutné dbát na vhodné odvodnění lesních cest. Dále je potřeba vodu v lese maximálně zachytit. Jako vzorový projekt slouží likvidace přiblížovací linky pod Velkým Javorníkem v CHKO Beskydy, kde byly vytvořeny terénní modelace pro zachycení vody.



Vhodné těžební postupy a včasná sanace technologického narušení půdy napomáhají retenci a akumulaci vody v lesích.



Rušení a hrazení odvodňovacích příkopů



Současné problémy



- odvodnění lesních porostů
- rychlé odvedení vody z krajiny
- degradace cenných biotopů
- degradace rašelinišť
- porosty trpící suchem
- podporování hloubkové eroze

Navrhovaný stav



- + podpora infiltrace a retence vody v lesích
- + vytváření a podpora cenných biotopů
- + posílení biodiverzity

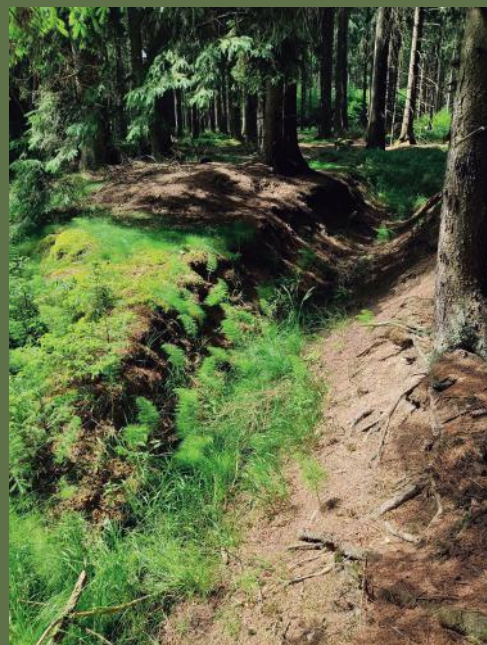


1



2

3



Odvodňovací příkopy vhodné k přehrazení (foto Envicons)

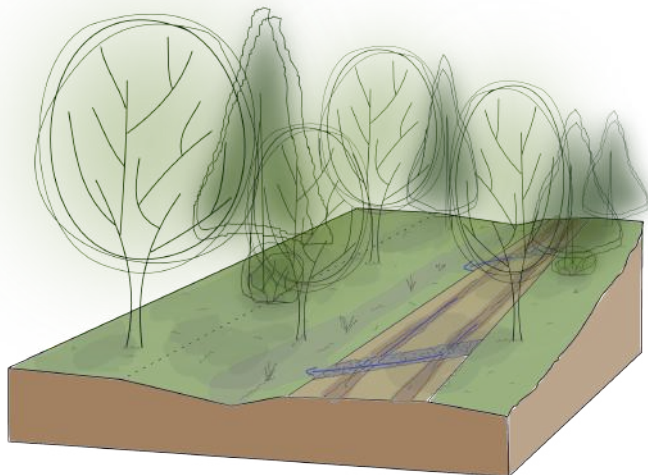
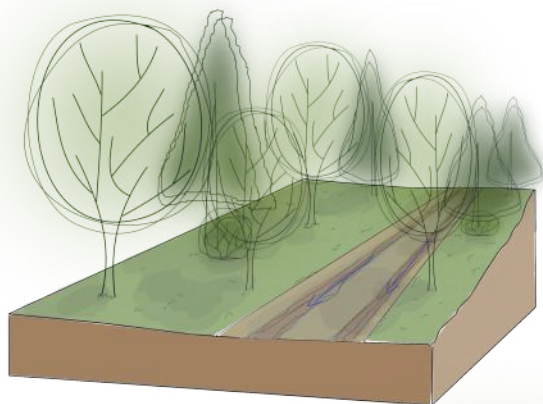
V minulosti byly odvodňovány nejen zemědělské plochy, ale i lesní porosty. Důvodem bylo zlepšování podmínek pro zakládání a pěstění lesa, nebo také z důvodu těžby rašeliny. V současnosti existuje několik iniciativ, které se snaží o navrácení vody přírodě blízkými způsoby. Příkladem může být projekt „LIFE for MIREs“, případně i obnova rašelinišť v Krušných horách. Hlavním cílem je navrácení vody do lesní krajiny, její maximální zachycení a podpora zasakování. Zrušením odvodňovacích příkopů nebo jejich zahrazením se voda samovolně navrátí do původního místa. Pro tento účel se v místech s nulovým nebo velmi malým sklonem využívají přehrážky. Ty napomáhají zadržení vody v příkopu, který se postupně nerovnoměrně plní převážně srážkovou vodou a vznikne tak kaskáda s přehrážkami umístěnými kolmo na osu příkopu. Toto opatření pracuje většinou se stagnující vodou a přirozeným vývojem. Příkopy zarůstají vegetací, není odstraňováno mrtvé dřevo apod., vyloučeno není ani úplné zazemnění. Díky rušení a hrazení odvodňovacích příkopů se obnovuje přirozený vodní režim a zvyšuje se hladina podzemní vody. Opatření podporuje zasakování, zachytává srážkovou vodu, zadržuje vodu v krajině. Příznivě ovlivňuje mikroklima okolí a napomáhá vyrovnanému odtoku v mikropovodí. Příkopy vytvářejí nové biotopy a nabízejí útočiště flóře a fauně, čímž podporují biodiverzitu. Budování přehrážek se ale nedoporučuje na lesních vodních tocích s velkým podélným sklonem, které by negativně ovlivnily splaveninový režim toku (efekt hladové vody) a také migrační prostupnost.



Díky rušení a hrazení odvodňovacích příkopů se obnovuje přirozený vodní režim a zvyšuje se hladina podzemní vody. Opatření podporuje zasakování, zachytává srážkovou vodu, zadržuje vodu v krajině.



Odvodnění lesních cest, svodnice, zasakovací pásy a průlehy



Současné problémy



- negativní eroze lesních cest
- vytváření drah soustředěného odtoku a hloubková eroze
- odnos materiálů do vodních toků
- nevhodné odvodnění území

Navrhovaný stav



- + podpora infiltrace a retence vody v lesích
- + přerušení dráhy soustředěného odtoku
- + zadržování vody v lesích
- + omezení vnosu materiálu do toku



1



2

3



Cesta utužená lesní technikou nedokáže vsakovat vodu, absence odvodnění (foto Envicons)

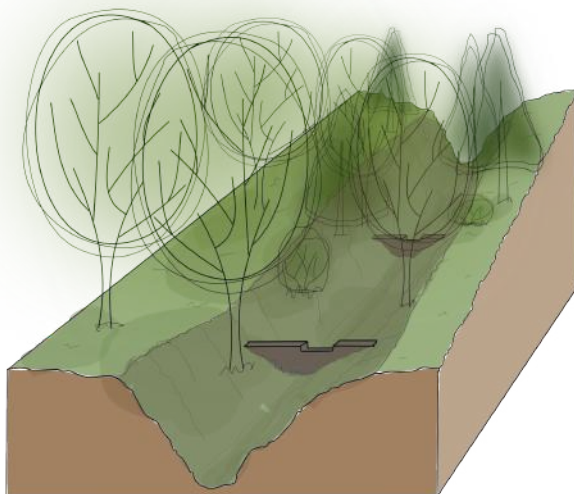
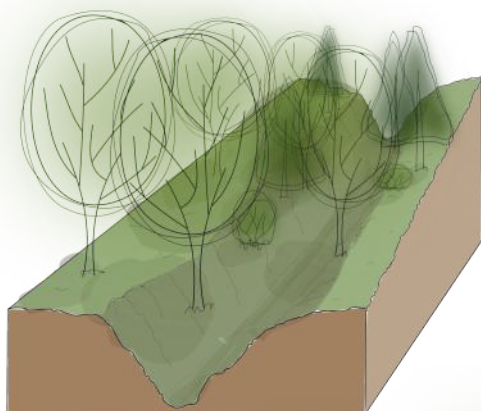
Správná optimalizace lesních cest a přibližovacích linek je základním krokem pro ekonomicky, ale také ekologicky nejlepší variantu využití lesních porostů. Odvodnění má být technicky co možná nejjednodušší a s minimálními nároky na údržbu, současně by měl ekonomicky odpovídat typu lesní cesty. Nesprávně navržená dopravní síť významně ovlivňuje utváření plošného nesoustředěného odtoku a zvyšování podílů odtoku soustředěného v závislosti na vlastní hustotě a uspořádání. Nejčastěji ohrožovaným typem jsou lesní svážnice, které slouží k soustřeďování dříví a spojují technologické linky s lesní cestní sítí. Tyto cesty jsou utužené pojezdem techniky a při vydatných srážkách fungují jako dráhy soustředěného odtoku. Svážnice jsou tak poškozovány vymíláním, srážková voda se nevsakuje, ale po výrazně ztuhnuté vrstvě rychle odtéká. Dalším negativním jevem je také odnos materiálu, který se dále naplavuje na cesty vyšších tříd případně dále do toků. Cílem je přerušení dráhy soustředěného odtoku a odvedení srážkové vody do okolního porostu, kde může zasakovat. Svážnice by měly být opatřeny základním podélným a příčným odvodněním. Používají se otevřená odvodňovací zařízení jako příkopy, svodnice a zemní průlehy. Z krytých zařízení pak drenážní zasakovací pásy. Svodnice vody se umísťují šikmo k ose cesty. Namísto svodnice je možno použít zemní průlehy, který je terénní modelací a svádí vodu podobně jako svodnice. Vsakovací zařízení a zasakovací pásy jsou odvodňovací zařízení, která odvádí vodu průsakem do okolního terénu. Umísťují se šikmo k ose cesty. Technicky jsou to pásy vyplněné štěrkem frakce 16–32 mm, které umožňují zasakování, ale i odvedení srážkové vody mimo cestu. Důležité je správné odvedení této vody z dopravní sítě a její plošný rozptyl do porostů, případně její zadržení a podpoření infiltrace.



**Odvodnění má být technicky co možná nejjednodušší
a s minimálními nároky na údržbu, současně
by měl ekonomicky odpovídat typu lesní cesty.**



Hrazení strží za účelem ochrany majetku



Současné problémy



- sesouvání svahů a následné ohrožení majetku v sídlech
- odnos a akumulace částic v údolí (v zahradách)
- smyv půdních částic do vodních toků a následně do zastavěného území

Navrhovaný stav



- + vyrovnaný odtok v mikropovodí
- + podpora infiltrace
- + snížení eroze a sesouvání svahů
- + ochrana nemovitostí před poškozením



1



2

3



Splavování materiálu do sídla, eroze půdy, ohrožování majetku (foto Envicons)

Vlivem lidské hospodářské činnosti v lesích, ale také působením vodní eroze v lesích se stupňují rizika eroze a sesouvání svahů. Hrazení bystřin a strží, které se provádí již od poloviny devatenáctého století pro snížení těchto rizik, stabilizaci svahů a zachycování splavenin, je v kontextu dnešních poznatků problematickým řešením. Hlavním důvodem je negativní vliv na splaveninový režim vodních toků a vznik efektu hladové vody. Vodní tok bez splavenin, tj. pod jakoukoliv bariérou zachycující splaveniny, má větší erozní energii, a proto vymílá koryto. Také jsou výraznou migrační překážkou a jejich protipovodňový efekt je minimální vzhledem k tomu, že retenční objem za přehrážkou vůči objemu povodně je zcela zanedbatelný.

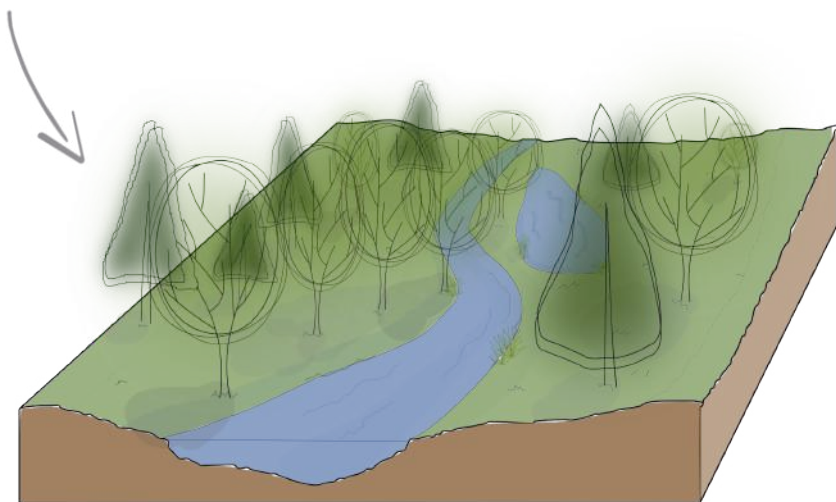
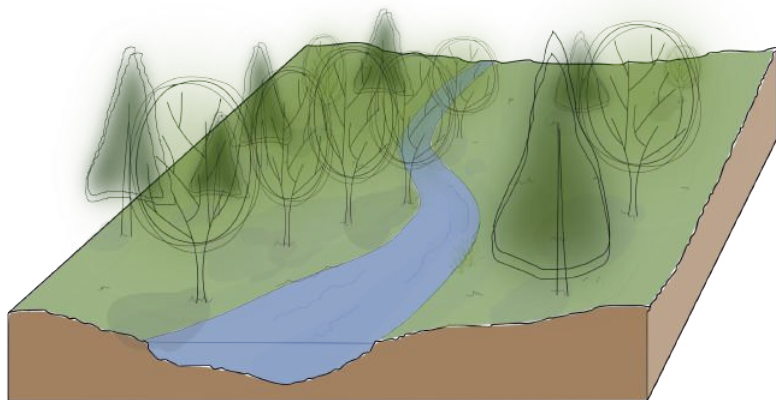
Hrazení suchých strží má smysl jako opatření za účelem ochrany majetku, a to v případech, kdy je důkladně zhodnocen vliv objektu k pozitivním efektům. Přehrazení strže je primárně realizováno přírodě blízkými materiály (zemina, dřevo, kámen), což jsou osvědčené materiály, které působí přirozeně a nenarušují ráz lesních porostů. Principem je zachytávání erozního materiálu a vody postupně v úsecích strže a tím zabránění tvorby erozní rýhy a dalšího sesouvání svahů. Lesní strže jsou hrazeny kolmo na její osu. Tím se snižuje unášecí síla vody a materiálu za objektem přehrážky a před objektem je podpořena sedimentace unášeného materiálu. Prostory nad přehrážkou mohou fungovat ve vlhkých obdobích jako dočasné vodní biotopy.



Principem je zachytávání erozního materiálu a vody postupně v úsecích strže a tím zabránění tvorby erozní rýhy a dalšího sesouvání svahů.



Vodní nádrže



Navrhovaný stav ✓

- + posílení biodiverzity
- + vyrovnaný odtok v mikropovodí
- + příznivé mikroklima v okolí



1



2

3





Vodní nádrž Maxov (projekt a foto: Envicons)

Účelem nádrží je zadržování vody v lesích, ovlivnění režimu vody v půdě v okolí nádrže nebo zajištění zásoby vody v lokalitách ohrožených lesními požáry. Opatření má za cíl na vhodných lokalitách v lesích obnovovat původní nebo budovat nové malé vodní nádrže. Nádrže představují vzdutí vody, přičemž maximální zatopená plocha nepřesahuje 2 ha, vhodné je ponechání retenčního prostoru a okrajových mokřadních ploch. Nádrže mohou být průtočné, obtokové nebo boční. Z hlediska zachování migrační propustnosti a příznivého splaveninového režimu preferujeme boční nádrže, tedy takové, které netvoří bariéru na vodním toku.

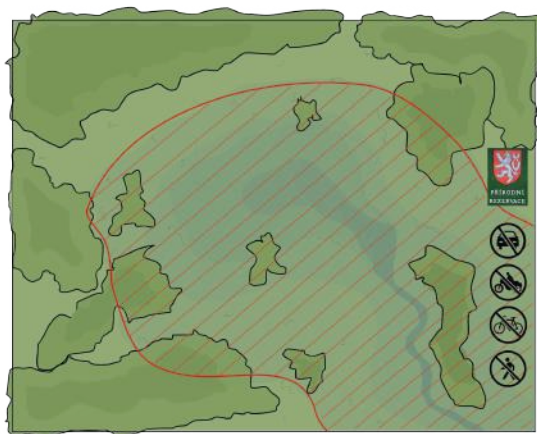
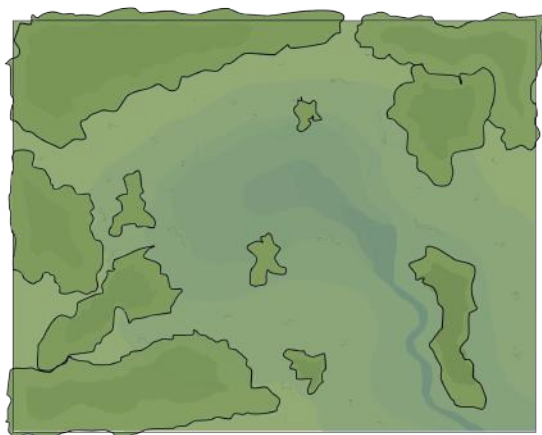
Nádrže jsou krajinnotvorným prvkem upravujícím hospodaření s vodou v krajině. Litorální pásmo zajišťuje plynulý přechod do okolí a zvyšuje biodiverzitu. Současně působí esteticky a nádrže mohou být oblíbeným místem rekreace místních obyvatel. Nádrže příznivě ovlivňují mikroklima svého okolí.



Z hlediska zachování migrační propustnosti a příznivého splaveninového režimu preferujeme boční nádrže, tedy takové, které netvoří bariéru na vodním toku.



Ochrana lesních pramenů a pramenišť



Současné problémy



- riziko znečištění hnojivy a chemikáliemi
- negativní vliv pojezdů lesnické techniky
- negativní vliv zemních prací ovlivňujících vydatnost

Navrhovaný stav



- + ochrana jakosti a vydatnosti
- + podpora biodiverzity
- + zadržování vody v krajině
- + příznivý vliv na místní mikroklima



1



2

3





Prameniště (foto Envicons)

Tato opatření se zřizují za účelem ochrany jakosti pramene a zajištění vhodných trvalých podmínek pro jakost a vydatnost. Nejčastěji mají podobu studánek nebo jímacích zařízení. Podmínkou opatření je zajištění trvalých hydrologických podmínek v lokalitě. Kromě stavebních úprav jsou velmi důležitá organizační opatření v okolí pramene nebo prameniště, jako je zamezení přejezdů techniky, vyloučení zemních prací, zákaz používání chemického posypu cest, chemického ošetřování porostů i hnojení, vyloučení budování krmelců pro zvěř a vhodné používání nezávadných materiálů. Zásadní v ochraně je pak zamezení znečištění v okolí pramene lidmi i zvěří (zamezení vstupu).

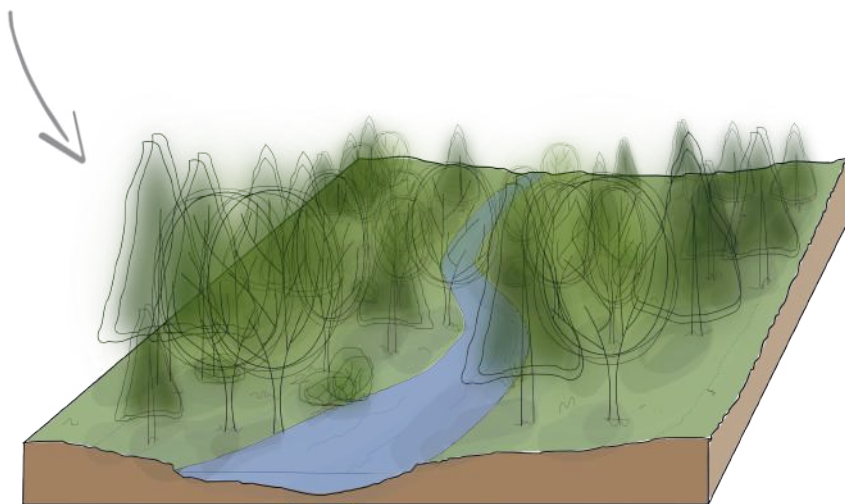
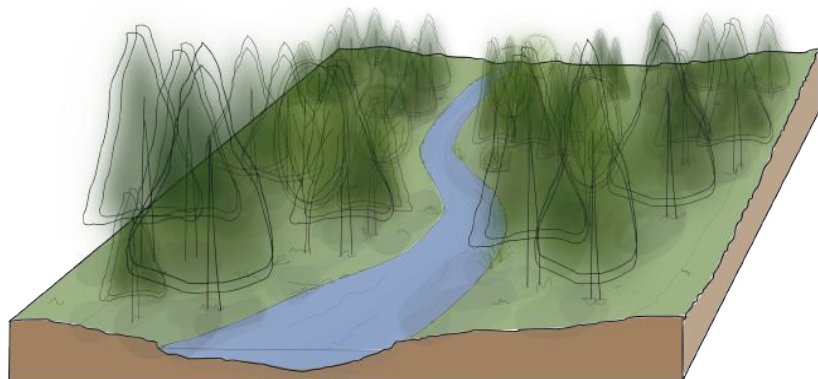
Prameniště a prameny podporují biodiverzitu lesů, neboť jsou prostředím pro specifické vodní organismy vázané na tyto lokality. Dále zadržují vodu v krajině a ovlivňují mikroklima svého okolí. Opatření podporují habitatovou diverzitu, mají vliv na chemismus vod a podporují samočištění. Architektonicky hodnotná stavební opatření na pramenech podporují turistiku a mohou esteticky ovlivnit místa v lesních porostech.



Podmínkou opatření je zajištění trvalých hydrologických podmínek v lokalitě.



Ochranné lesní pásy kolem vodních toků



Současné problémy



- absence přechodu biotopů
- ztížená migrace živočichů
- náchylnost smrku k podmílání a vývratu
- kyselý opad jehličnanů

Navrhovaný stav



- + vyrovnaní specifického odtoku z povodí
- + zachytávání splachu částic z okolí
- + biotop pro různé druhy živočichů a rostlin
- + krajinná funkce



1



2

3





Ochranný pás ve smrkové monokultuře (foto Envicons)

Okolí vodních toků bylo v minulosti často hustě zalesněno, postupně ale bylo této lesní vegetace zbavováno, což významně ovlivnilo stav a vývoj říční krajiny. Účelem ochranných pásů je zejména ochrana vodního ekosystému proti negativním vnějším vlivům (například snos zeminy a živin do toku) vodních toků. Liniové porosty na pozemcích určených k plnění funkcí lesa jsou v přímém kontaktu s vodním tokem nebo jsou to porosty v zaplavovaných nivách. V případě vodohospodářsky významných vodních toků odpovídají doprovodné porosty v pojetí současné legislativy kategorii lesů zvláštního určení. Porosty mohou být pěstovány jako vysoký i jako nízký les. Žádoucí je druhová, věková i prostorová diverzita porostů kolem toků. Lesní pásy je nezbytné zapěstovat a udržovat v přírodě blízké, nebo lépe přirozené, druhové skladbě dle místních podmínek území.

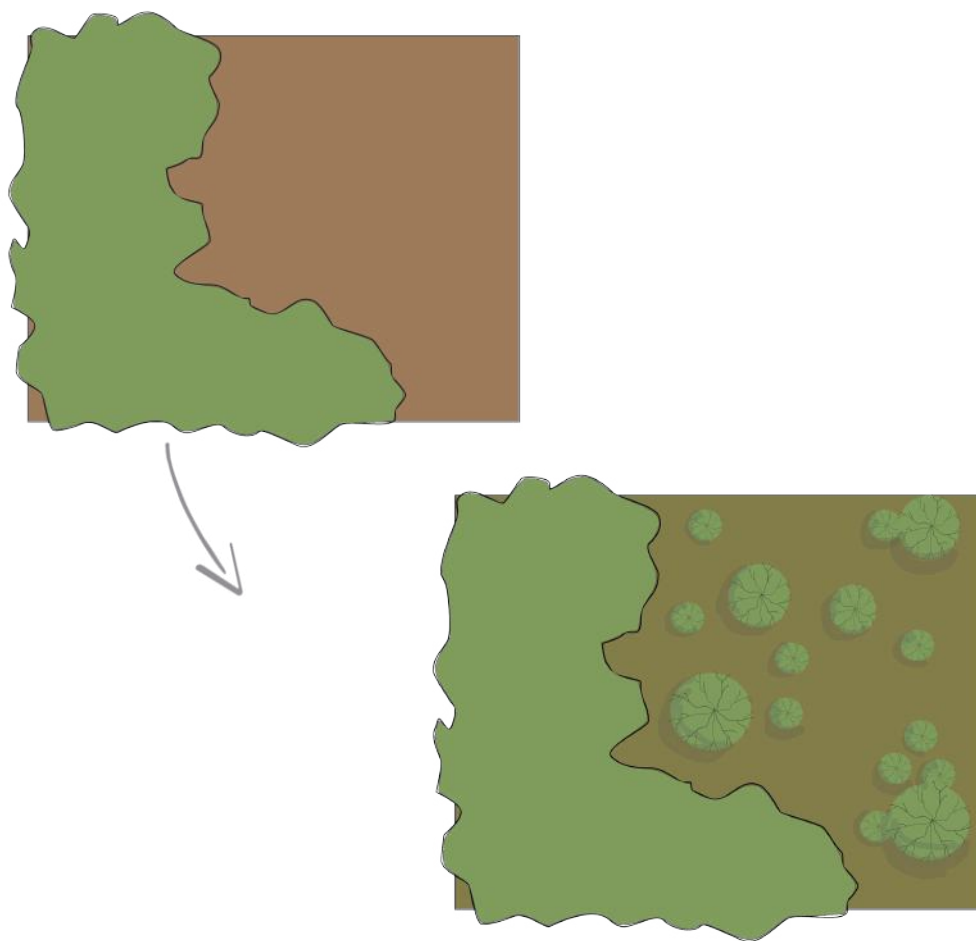
Opatření napomáhá s udržením vyrovnaného specifického odtoku z povodí, vyrovnává průtočné množství a zpomaluje kulminaci. Napomáhá k zadržování a snížení odnosu opadu a sedimentů do vodního toku, omezuje erozi břehů toku, smyv a splach. Lesní pásy tvoří ekoton a podporují biodiverzitu lesa. Stanovištně vhodné druhy dřevin se dále samovolně šíří do okolních lesních porostů a tím pozitivně působí na druhovou skladbu hospodářských lesů. Současně umožňují lepší migraci živočichů vázaných na vodní toky. V neposlední řadě zvyšují estetické působení toků a plní krajinotvornou funkci.



Žádoucí je druhová, věková i prostorová diverzita porostů kolem toků. Lesní pásy je nezbytné zapěstovat a udržovat v přírodě blízké, nebo lépe přirozené, druhové skladbě dle místních podmínek území.



Podpora hospodářských způsobů s trvalým půdním krytem



Současné problémy



- výkyvy v zásobách nadložního humusu
- negativní vliv půdní eroze a odnos půdních částic
- nestabilní porosty s minimální diverzitou

Navrhovaný stav



- + posílení biodiverzity
- + posílení stability porostů
- + posílení možnosti migrace živočichů
- + vliv na zadržení vody
- + protierozní funkce



1



2

3





Ponechání půdního krytu, výběrová těžba (foto Unsplash)

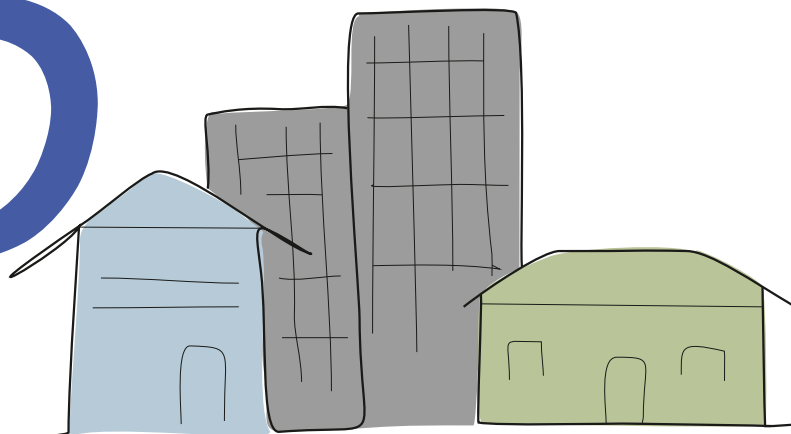
Cílem je zajistit zvýšení kvality lesního porostu a co nejdelší obnovní dobu, nejlépe kontinuální obnovu, aby byly minimalizovány výkyvy v zásobách nadložního humusu. Toho lze dosáhnout využitím dřevin s vysokou primární produkcí a příznivým vlivem na pedosféru a zejména preferencí takového způsobu hospodaření, který nevytváří souvislé vytěžené plochy bez vegetačního krytu (velikost holé seče je omezena lesním zákonem na plochu do 1 ha, ta musí být do dvou let opět osázena) a v co největší míře využívá přirozenou obnovu lesa. Efekt opatření je vyšší, pokud se na lokalitě vyskytuje mozaika různověkých struktur lesa. Přínosem opatření je zvýšení kvality a hodnoty dřeva a snížení nákladů na zalesnění. Podmínkou realizace opatření je zapracování typu hospodářského způsobu do lesního hospodářského plánu. Rozeznávají se tři typy hospodářského způsobu, které nevytvářejí holé seče a zanechávají trvalý půdní kryt: podrostní, násečný a výběrný. Podrostní hospodářský způsob, kdy obnova porostů probíhá pod ochranou těženého porostu, postupnými zásahy snižuje zakmenění dle ekologie obnovované dřeviny. Násečný hospodářský způsob je obnova lesních porostů, která probíhá na souvislé vytěžené ploše, jejíž šíře nepřekročí průměrnou výšku těženého porostu. Případně probíhá pod ochranou přilehlého porostu. V tomto případě šířka holé seče nesmí překročit výšku okolního lesního porostu. Při výběrném hospodářském způsobu obnova lesních porostů probíhá pod ochranou těženého porostu, přičemž není časově ani prostorově omezená. Podpora hospodářských způsobů s trvalým půdním krytem zvyšuje a posiluje biodiverzitu, zlepšuje stabilitu porostů a lesních ekosystémů, zlepšuje možnosti migrace živočichů, má příznivý vliv na zadržení vody v krajině a protierozní funkce. Dále snižuje odnos sedimentů do vodních toků a zvyšuje časovou vyrovnanost specifického odtoku z povodí.



Podpora hospodářských způsobů podporuje přirozenou obnovu lesa a posiluje populace místních dřevin.



5



Hospodaření s dešťovou vodou v intravilánu

Hospodaření se srážkovými vodami v intravilánech měst a obcí je spojováno s pojmem modrozelená infrastruktura. Toto téma je velmi aktuální a je kladen důraz na začlenění návrhů na hospodaření s dešťovou vodou (HDV) do městského plánování, současně je v dnešní době povinnou součástí urbanisticko krajinářských soutěžních projektů. Současná města hledají možnosti, jak zvýšit svoji odolnost vůči klimatickým extrémům a jak lépe hospodařit s dešťovou vodou. Stále častěji a více se soustředí na budování multifunkčních systémů, které posilují udržitelnost a obyvatelnost prostorů měst. V intenzivně urbanizovaných územích často dominují nepropustné zpevněné povrchy s limitovaným prostorem pro růst kořenů a voda zde nemá možnost se zasakovat, přírodní procesy byly zcela potlačeny. Přírodě blízká řešení spojená s tvorbou modrozelené infrastruktury (MZI) mají výraznou výhodu zejména v samo obnovovacích procesech a ve velké efektivitě za minimálního přísunu lidské energie. Prvky zelené infrastruktury patří mezi opatření, u kterých po jejich dokončení hodnota a efektivnost služeb s postupujícím časem vzrůstá. Jedním z hlavních principů je maximální využití přírodních a trvale udržitelných procesů, které jsou doplněny o technické prvky. Hlavními komponenty pro síť opatření jsou vodní a vegetační prvky, které jsou kombinovány a navzájem se doplňují. Hospodaření s dešťovou vodou by mělo být komplexní a multifunkční, někdy také kombinováno s využíváním šedých vod. Jedná se o promyšlený systém, který dále zvyšuje biodiverzitu a ekologickou hodnotu měst a umožňuje adaptaci měst na projevy změny klimatu. Hospodaření s dešťovou vodou (HDV) je souhrn technických řešení, která kladou důraz na zachování přirozené bilance vody v urbanizovaném území. Vítek et al. (2015, s. 19) definuje termín hospodaření se srážkovými vodami jako „způsob odvodnění urbanizovaných území, který napodobuje přirozený hydrologický režim povodí zejména prostřednictvím decentrálních objektů, které srážkovou vodu zadržují, vsakují, vypařují nebo čistí v blízkosti jejího dopadu na zemský povrch.“

Jak můžeme pomoci?

- Koncepční plánování HDV na úrovni inženýrských sítí
- Podpora zasakování
 - vsakovací průleh
 - vsakovací rýha
 - vsakovací nádrž
 - umělý mokřad
 - vsakovací šachta
 - podzemní akumulační a zasakovací nádrž
 - vodopropustné zpevněné povrchy a dlažby
- Vegetační prvky pro zadržování vody
 - dešťový záhon a zahrady
 - vegetační střecha
 - vegetační stěna

Koncepční plánování HDV na úrovni inženýrských sítí

Zásadním předpokladem pro správné hospodaření s dešťovou vodou ve městech je strategické a koncepční plánování. Sít' modrozelené infrastruktury, pokud má být skutečně a dlouhodobě funkční, musí být plánována se stejnou vážností jako jiné ostatní infrastruktury, například inženýrské sítě. Stejně jako jim by měl být modrozelené infrastrukturu věnován dostatečný prostor a ochranná pásma.

Pokud se město rozhodne vypracovat komplexní koncepci HDV, pak by měl vzniknout strategický dokument principů a konkrétních opatření. Tím by se měli později řídit všechny další záměry, studie a plány připravované na území města, od rekonstrukce chodníků až po budování rozsáhlých městských parků nebo obytných čtvrtí. Koncepce a strategie je zcela klíčová a souvisí s ní řada analytických a rozborových kroků. Na úrovni města může vyplynout v návaznosti na terén, odtokové poměry a technické možnosti ucelená sít' ploch a liniových koridorů vhodných pro prvky HDV. Ty jsou pak na tuto sít' podle nároků na prostor apod. vkládány jako jednotlivé korálky.



Sít' modrozelené infrastruktury, pokud má být skutečně a dlouhodobě funkční, musí být plánována se stejnou vážností jako jiné ostatní infrastruktury, například inženýrské sítě.



Podpora zasakování

Podporovat zasakování srážkové vody na místě jejího dopadu je důležité v krajině a ještě důležitější v intravilánech, kde jsou možnosti infiltrace a retence dnes velmi omezené. Tyto principy pozitivně ovlivňují mikroklima, stav podpovrchové vody, zatížení kanalizační sítě a v konečném důsledku snižují povodňové škody. Pokud by krajina venkovská i městská byla schopna dostatečně pohltit a zadržet přívalové úhrny srážek, výrazně by se snížilo riziko povodní. Jednoduše by voda zůstávala zachycena především v plochách zeleně a ve sběrných retenčních zařízeních a nezatěžovala by koryta vodních toků. Nejjednodušší a nejpřirozenější je zasakování povrchové, a to jak v místě dopadu srážek, tak i v případě přivedení vody z nepropustných ploch do zasakovacích zařízení. Nejvhodnější je rozprostření srážkové vody v ploše v co nejmenší vrstvě. Jednotlivé typy zasakovacích opatření je možno kombinovat v rámci jedné plochy a žádoucí je kombinace v rámci městského hospodaření s dešťovými vodami.



Zasakování dešťové vody – areál SUOMI Hloubětín, developerský projekt (foto YIT)

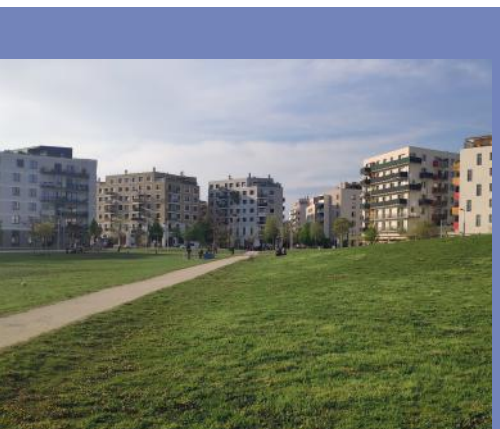
Povrchové zasakování je opatření s nízkými investičními náklady, nenáročné na údržbu a snadno začlenitelné do sídelní zeleně. Půdní profil ale musí být dostatečně propustný a tyto prvky mají omezený jednorázový objem zachycené vody. Vhodné jsou tam, kde je dostatečná plocha pro rozliv a zasáknutí. Ideální je kombinace povrchových zasakovacích prvků s výsadbami sídelní zeleně. Podzemní vsakování může probíhat skrze štěrkové akumulací prostory, do kterých je voda ze zpevněných povrchů (komunikace, parkoviště, střechy apod.) přiváděna podzemním potrubím. Další typ podzemního zasakování využívá plastové vsakovací bloky s perforovanými stěnami, které tvoří souvislou plochu. Používají se v místech s málo propustným horninovým prostředím, kde je požadavek na větší akumulací objem a není možnost povrchového zasakování z nedostatku plochy. Vsakovací šachty a jímky jsou nenáročné na zábor prostoru a mohou se umísťovat v ploše pro vhodný přísun srážkové vody k rostlinám. Další možností je zadržování vody v nepropustných akumulacích nádržích s přepadem do zasakovacího zařízení, případně kanalizace či vodního toku. Tento způsob se využívá pro pozdější využívání srážkové vody například k zalévání, kropení povrchů, splachování apod.



Pokud by krajina venkovská i městská byla schopna dostatečně pohltit a zadržet přívalové úhrny srážek, výrazně by se snížilo riziko povodní.



Vsakovací průleh



Zasakovací průleh ve Vídeňském vnitrobloku (foto Envicons)

Vybudování vsakovacího průlehu je finančně i stavebně velmi jednoduché a přínosné opatření. Jedná se o plošné povrchové zasakování s povrchovým přítokem srážkové vody. Nejčastěji jsou zasakovací průlehy budovány v návaznosti na zpevněné komunikace (středové pásy silnice, kolem cyklostezek apod.) Voda se dostává do průlehu jen za pomoci příčného sklonu komunikace skrze vpusti, které mohou mít pouze charakter vynechaného dílce obrubníku, lépe mají přepad a lapače mechanických nečistot. Dalším vhodným situováním je naopak u paty svahu, před komunikací, kde fungují jako příkopy a zabraňují vtoku srážkové vody na cesty. Toto se uplatní zejména u parkových cest (štěrkové, mlatové). Pokud voda do průlehu přitéká soustředěným odtokem, je lépe dráhu odtoku opevnit. Při dostatku prostoru je vhodný plošný přítok přes zatravněnou plochu, která funguje současně jako filtr nečistot. Běžně se navrhuje akumulční prostor, který je schopen pohltit dvouleté srážky, konkrétní parametry jsou závislé na prostorových možnostech. Podloží průlehu musí být propustné, v návaznosti na vegetační kryt se mohou míchat speciální směsi substrátů. V případě potřeby je možno vytvořit štěrkové retenční lože. Průlehy dobře fungují i jako soustava na sebe navazujících kaskád. Mohou být kombinovány s výsadbou dřevin, zatravněny nebo mít podobu dešťového záhonu. Opatření umožňuje vsak, retenci a infiltraci vody do podzemní vody. Příznivě ovlivňuje mikroklima oblasti, snižuje prašnost prostředí. Funguje jako opatření ochranné a protipovodňové.

Navrhovaný stav



- + návaznost na zpevněné komunikace
- + stavebně a finančně nenáročná opatření
- + ovlivnění mikroklima
- + protipovodňová ochrana
- + zasakování vody ve městě
- + doplňování hladiny spodní vody



Opatření umožňuje vsak, retenci a infiltraci vody do podzemní vody.



Vsakovací rýha

Rýhy jsou, podobně jako průlehy, jedním z levnějších a méně náročných opatření pro zasakování dešťové vody ze zpevněných povrchů a komunikací. Jedná se o hloubené liniové zasakování, které může být s povrchovým plošným přítokem nebo podpovrchovým přítokem. Používají se v místech, kde je nedostatečně propustné půdní prostředí a nedostatek plochy pro povrchové zasakování. Vsakovací rýhy jsou vyplněné šterkem nebo vsakovacími bloky, přes které je voda zasakována do propustnějších půdních a horninových vrstev podloží. Výhodou, zejména rýh s podpovrchovým přítokem, je možnost jejich situování pod chodníky nebo parkoviště, čímž je efektivně využíván prostor. Přívod vody do lapačů je vhodný při dostatku prostoru realizovat přes travnatý pás, který vodu zpomalí, částečně sám zasákne a pročistí od mechanických plavenin. Vtoky do rýhy musí být opatřeny lapači nečistot, stejně tak zamezen splav zeminy do retenčních vrstev rýhy. Rýhy je možné při dostatku prostoru v ploše kombinovat s průlehy. Opatření umožňuje vsak, retenci a infiltraci vody do podzemní vody. Příznivě ovlivňuje mikroklima oblasti, snižuje prašnost prostředí. Funguje jako opatření ochranné a protipovodňové.



Příznivě ovlivňuje mikroklima oblasti, snižuje prašnost prostředí. Funguje jako opatření ochranné a protipovodňové.



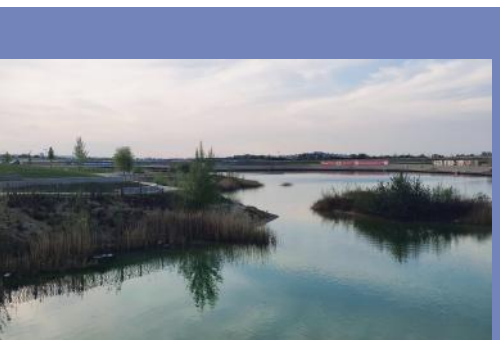
Zasakovací rýha

Navrhovaný stav



- + liniové opatření
- + vhodnost pro nedostatek prostoru
- + vhodné při málo propustném podloží
- + stavebně a finančně nenáročné opatření
- + protipovodňová ochrana
- + zasakování vody ve městě
- + doplňování hladiny spodní vody

Vsakovací nádrž



Vsakovací nádrž v obytném komplexu ve Vídni – dešťová voda je svedena ze střech okolních budov (foto Envicons)

Vsakovací nádrž je objekt s výraznou retenční funkcí, kdy je vsak povrchový přes vsakování skrze zatravněnou humusovou vrstvu v propustném horninovém prostředí. Hloubky nadržení ve vsakovacích nádržích se pohybují v rozmezí 0,3 m až 2,0 m. Sklon svahů nádrže by neměl být větší než 1:4 s ohledem na bezpečnost pohybu osob a živočichů. Pokud jsou sklony svahů větší, zejména v intravilánech, měla by být nádrž opatřena bezpečnostními prvky (zábradlí, oplocení). Schopnost zasakování do horninového prostředí a infiltrace se v průběhu času zhoršuje kvůli zanášení propustných vrstev jemnými půdními částicemi.

Do vsakovacích nádrží je voda přiváděna primárně podpovrchově a je vhodné její předčištění v odkalovacích nádržích. Případně může být voda přiváděna pod povrchem, následně vyvedena na povrch do zatravněných příkopů a průlehů, kde se zpomalí a přefiltruje a teprve pak odvedena do samotné nádrže. Nádrž je vždy opatřena bezpečnostním přelivem a odtokem. Vsakovací nádrže mají vysoký ekologický i rekreační potenciál a jsou estetickým prvkem. Nádrže se stálou hladinou nadržení tak fungují jako plnohodnotné krajinářské prvky v parcích i sídelních prostorech měst. Nádrže mohou fungovat jako přírodní biotopy i k rekreaci. Příznivě ovlivňují mikroklima oblasti svým výparem, jsou estetické a krajinotvorné, umožňují výskyt na vodu vázaných živočichů ve městě a nabízejí domov vodním a vlhkomilným rostlinám. Při bouřkových úhrnech fungují jako protipovodňové opatření.

Navrhovaný stav



- + plošný povrchový vsak
- + estetická a rekreační funkce
- + ekologická funkce
- + protipovodňové opatření
- + podpora biodiverzity ve městech



Vsakovací nádrže mají vysoký ekologický i rekreační potenciál a jsou estetickým prvkem.



1



2

3

Umělý mokřad

Mokřady mají retenční účinek a nezanedbatelný výpar, který příznivě ovlivňuje mikroklima i prašnost prostředí. Jsou to terénní sníženiny se stálým nadržáním vody, které fungují současně jako biologické čističky vody díky vodním a mokřadním rostlinám. Mají vysokou ekologickou a biologickou hodnotu a posilují biodiverzitu krajiny. Mokřady v podobě kořenových čistíren se používají k čištění nebo dočišťování odpadních vod zejména malých sídel. Pro zabránění zanášení mokřadů je vhodné použití předsazených kalových prostor, kde se usadí sediment a zpomalí se přítok do mokřadu. V mokřadu jsou správně navrhovány různé hloubky vody, litorální pásma a ostrovy pro umožnění výskytu rozmanité vegetace. Zpravidla nesmí chybět zóna plovoucí a ponořené vegetace a příbřežní zóna mělké vody. Mokřady jsou estetickým krajinářským prvkem, který v městské krajině umožňuje rekreaci v přírodě blízkém prostředí.



Zasakování dešťové vody ze střech okolních budov – obec Bratčice (Ing. Jan Varadínek, Ing. Dan Šamánek, foto D. Šamánek)



Upravují jakost vody a regulují odtokové poměry, dokážou zachytit bouřkové přívaly i povodňové průtoky.

Navrhovaný stav



- + retenční účinek
- + ovlivnění mikroklimatu
- + ekologická a biologická hodnota
- + rekreační potenciál
- + estetická funkce
- + posílení biodiverzity
- + úprava jakosti vody
- + protipovodňová ochrana



Vsakovací šachta



Vsakovací šachta

Vsakovací šachty slouží k bodovému vsakování srážkové vody. Vhodné je vsakování tímto způsobem ze střech nebo z parkových cest. Voda do šachet přitéká povrchovým soustředěným odtokem nebo podpovrchovým odtokem skrze potrubí. Důležité je prvotní provedení hydrogeologického průzkumu a dobře propustné půdní a horninové podloží. Vhodné je před vsakovací šachtu předsadit kalové jímky nebo filtrační šachty, aby bylo eliminováno zanášení samotné šachty a pro zachycení mechanických splavenin. V samotné šachtě se pak využívá filtračních vaků pro zamezení zanášení perforací v šachtě. Tradiční je použití šachet z betonových skruží. Retenční prostor je tvořen vnitřním prostorem skruží. Zasakování ze šachty probíhá přes perforované stěny skruží vertikálně a horizontálně propustným dnem. Výhodou použití tohoto opatření je malý zábor pozemku, snadná údržba v případě zanesení, ale opatření je složité na realizaci a betonové prvky mají vyšší pořizovací náklady. Hladina podzemní vody musí být vždy pod úrovní dna vsakovací šachty. Šachty mohou být vhodným opatřením pro zasakování a distribuci srážkové vody například v prostoru parku. Šachty se dají situovat podle potřeby k vegetačním prvkům a zajišťovat tak přirozenou závlahu.

Navrhovaný stav

- + bodové vsakování vody
- + zasakování v místě potřeby
- + zasakování ze střech a parkových cest
- + doplňování hladiny podzemní vody
- + přirozené závlahy vegetačních prvků



Hladina podzemní vody musí být vždy pod úrovní dna vsakovací šachty.

Podzemní akumulční a zasakovací nádrž

V zastavěných oblastech je výrazně snižena infiltrace dešťových vod do vod podzemních. Srážková voda rychle odtéká ze zpevněných ploch do vodotečí, což způsobuje vzestup jejich hladin a riziko povodní. Řešením je maximálně podporovat zadržení a zasáknutí vody na pozemku, kam dopadne. Podzemní akumulční nádrže jsou možné řešení jak vodu zachytit a uchovat pro pozdější využití na pozemku. Může být využita k zavlažování, splachování toalet apod. Tento systém hospodaření s dešťovou vodou nejvíce odpovídá požadavkům na likvidaci dešťových vod. Do podzemních retenčních nádrží se voda svádí ze zpevněných povrchů a střech budov pomocí podzemního potrubí. Voda tedy není sváděna do kanalizace, ale na pozemku zůstává. Na trhu je řada akumulčních jímek různých rozměrů od specializovaných firem. Před vtokem do nádrže je vhodné umístit usazovací prostor a filtr mechanických nečistot. Uzavřené akumulční nádrže musí být vybaveny přepadem do zasakovací nádrže, odkud se voda již přirozeně zasakuje do podloží. Podzemní retenční nádrž musí být vybavena uzavíratelným otvorem pro přístup a odvzdušněním. Díky nádržím je možnost srážkovou vodu na pozemku zachytit a využívat v určitém časovém horizontu dle potřeby.



Podzemní akumulční nádrže jsou možné řešení jak vodu zachytit a uchovat pro pozdější využití na pozemku.



Podzemní akumulční nádrž

Navrhovaný stav



- + zasakování vody na místě dopadu
- + infiltrace vody do podzemních vod
- + využívání dešťové vody na pozemku
- + snížení rizika povodní



Vodopropustné zpevněné povrchy a dlažby



Zatrávněná vodopropustná dlažba
(foto Unsplash)

Při budování nové infrastruktury zpevněných ploch je žádoucí dbát na hospodaření se srážkovými vodami.

Použité materiály mohou být náročnější na pořizovací cenu a vybudování, ale přínos pro budoucnost je značný.

Základem je maximální zachovávání přirozených propustných ploch s vegetačním pokryvem a budování zpevněných ploch jen v nezbytně nutném rozsahu. Pro podporu zasakování vody na místě dopadu a infiltrace vody do podzemních vod, a současně ke snížení srážkového odtoku se navrhuji zpevněné povrchy místních komunikací (zpravidla funkční podskupiny D1 a D2 podle ČSN 73 6110) v nejvyšší možné míře z propustných a polopropustných materiálů. Mohou to být polopropustné zpevněné plochy, což jsou kamenné nebo betonové dlažby se spárami vyplněnými pískem nebo drceným kamenivem. Polopropustné jsou i zatrávňovací dlažby a rošty, které jsou z betonových nebo plastových prefabrikátů. Za propustné se označují materiály jako zatrávněné štěrkové vrstvy (štěrkový trávník), vodopropustné porézní betony a asfalty. Vodopropustný beton s mezerovitou strukturou má dostatečnou únosnost pro pojezd, vhodné je použití na chodníky a parkovací stání, a dokáže propustit až 95 % srážkové vody na místě jejího dopadu. Voda nezůstává na povrchu, což zvyšuje bezpečnost a snižuje riziko námrazy. Lože pro vodopropustný beton je z drceného mezerovitého kameniva, které je dobře propustné pro vodu. Voda zasakuje volně do podloží nebo je možnost ji odvádět pomocí drenáží do akumulčních nádrží a dalších prvků systému HDV. Zatrávňovací tvárnice a propustné zpevněné povrchy nejsou považovány za vsakovací zařízení.

Navrhovaný stav

- + zasakování vody na místě jejího dopadu
- + infiltrace vody do podzemní vody
- + snížení rizika námrazy
- + zvýšení bezpečnosti (kluzké povrchy)
- + snížení srážkového odtoku z území



Základem je maximální zachovávání přirozených propustných ploch s vegetačním pokryvem a budování zpevněných ploch jen v nezbytně nutných dimenzích.

Dešťový záhon a zahrady

Dešťový záhon kombinuje estetické vlastnosti okrasných rostlin se vsakováním dešťové vody. První koncept se objevil v USA (rain garden) a tento fenomén se dál rozšířil i do Evropy. V principu jde o trvalkový záhon, do kterého je svedena dešťová voda z okolních zpevněných ploch pro její zadržení, filtraci a zasáknutí. Dešťová zahrada je plocha, kde jsou koncentrovány zasakovací prvky a dešťové záhony, je o mnoho kapacitnější než jednotlivé záhony. Dešťové záhony a zahrady mohou díky rostlinám a mikroorganizmům odstranit usazeniny, těžké kovy, patogeny a uhlovodíky z dešťové vody, která se tak zasakuje do podzemních vrstev přečištěná. Po technické stránce z pohledu HDV (především podle normy TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami) lze dešťový záhon chápat jako vsakovací průleh nebo vsakovací rýhu, která je osazena kvetoucím, většinou trvalkovým záhonem. Dešťová voda se zde vsakuje a zároveň slouží jako zálivka pro osázené rostliny. Voda z bouřkových úhrnů, kterou nedokáže záhon zasáknout je vedena ze záhonů přepadem do kanalizace. Během bouřkové události dešťová zahrada zadrží dešťovou vodu v mikropórech substrátu, zadržená voda se poté vrátí do atmosféry prostřednictvím evapotranspirace. Díky evapotranspiraci funguje v zastavěných oblastech jako oáza s příjemným mikroklimatem.

Dešťové záhony a zahrady zlepšují odolnost urbanizovaných prostředí vůči klimatickým změnám. Regulují přívalové srážkové vody, probíhá díky nim infiltrace vody do podloží, zlepšují mikroklima, snižují prašnost, vážou CO_2 . V městské krajině působí esteticky, mají edukační funkci a vytvářejí útočiště pro živočichy, zvyšují tedy biodiverzitu. Systémy dešťových záhonů, průlehů a dalších zasakovacích opatření HDV snižují teplotu povrchů, snižují nároky na kapacitu kanalizační sítě i vodních toků a pomáhají předcházet povodni.



V principu jde o trvalkový záhon, do kterého je svedena dešťová voda z okolních zpevněných ploch pro její zadržení, filtraci a zasáknutí.



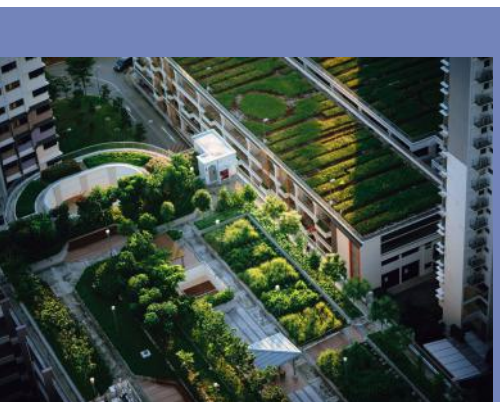
Dešťový záhon, ulice Strandbogatan, Uppsala, Švédsko (atelier Edge)

Navrhovaný stav



- + regulace přívalů srážkové vody
- + infiltrace do podzemní vody
- + zlepšení mikroklimatu
- + snížení prašnosti
- + estetická funkce
- + zvyšování biodiverzity
- + protipovodňová ochrana

Vegetační střecha



Vegetační střecha, střešní zahrada
(foto Unsplash)

Navrhovaný stav

- + zlepšení mikroklimatu
- + snížení prašnosti
- + estetická funkce
- + zvyšování biodiverzity
- + snížení energetické náročnosti budov
- vyšší pořizovací náklady a náklady na údržbu
- nosnost a statika budov
- preciznost stavebních prací

Vegetační střechy kompenzují v hustě zastavěném městském prostředí zábor ploch vegetace. Zeleň na střechách budov kompenzuje, ale nikdy zcela nedokáže nahradit přírodě blízké parkové plochy měst. Dle nosnosti střech, technického řešení a mocnosti substrátu se vegetační střechy rozdělují na extenzivní a intenzivní. Extenzivní střechy mají minimální mocnosti substrátu v řádech několika centimetrů, zde je vhodné ozelenění například pomocí rozchodníků. Pokud konstrukce domu dovolí, mohou být extenzivní střechy koncipovány i jako travo-bylinné. Mocnosti substrátu mohou dosahovat kolem 30 cm a dovolí vytvoření esteticky zajímavých záhonů. Extenzivní střechy se omezují na minimální údržbu, nejsou zavlažované, fungují jako svébytný biotop. Výběr druhů musí být pečlivě přizpůsoben stanovišti a místním podmínkám. Takové střechy nejsou navrhovány primárně jako pobytové, spíše se jedná o pohledově exponované střechy kancelářských budov. Krátkodobý pobyt není vyloučen a může být podporován (zázemí pro obědové pauzy, kuřárny apod.) Intenzivní vegetační střechy vyžadují větší dotace energie, mocnosti substrátů jsou v řádech desítek centimetrů. Zpravidla jsou navrhované pod závlahou a vyžadují pravidelnou údržbu. Jsou navrhovány jako pobytové a výběr druhů není striktně závislý na místních podmínkách. Používají se kombinace běžných záhonových trvalek, které mohou být doplněny i keřovým patrem. Působí esteticky na pohledově exponovaných střechách a nabízejí útočiště živočichům, zejména ptactvu. Vegetační střechy fungují jako izolace a snižují energetickou náročnost budov. Zejména intenzivní střechy mají vyšší nároky na nosnost a statiku budovy. Střechy musí být dokonale izolované hydroizolací, vyžaduje se vyšší stavební preciznost. Pořizovací náklady jsou značně vyšší než u běžných střešních krytin a údržba intenzivních střech je poměrně nákladná.



Vegetační střechy dokážou zadržet srážkovou vodu a tím odlehčují kanalizační síti, současně vodu předčišťují. Zvyšují vzdušnou vlhkost a snižují teplotu vzduchu díky pohlcování sluneční energie.

Vegetační stěna

Vegetační stěny a fasády mohou v našich klimatických podmínkách sloužit jako zajímavé oživení a doplnění městské zeleně. Příklady ze světa často nejsou, právě kvůli rozdílným klimatickým podmínkám, především vzdušné vlhkosti, aplikovatelné v ČR. Systémy nespojené s volnou půdou, umělé vertikální stěny, jsou nákladné na pořízení a extrémně náročné i nákladné na údržbu, zejména kvůli závlaze. Vymezují se na interiéry a soukromé plochy. Jedním z pilotních projektů v podmínkách ČR je živá výrobní hala společnosti LIKO-S ve Slavkově u Brna. Využití dešťové vody pro vegetační stěny kombinuje různá opatření HDV. Dešťová voda může být jímána do umělých retenčních nádrží na střechách nebo i podzemních nádrží. Vytvoří se tak okruh technických zavlažovacích prvků, které vodu přivádí k rostlinám.

Pro veřejné prostranství jsou využitelné systémy spojené s volnou půdou. Jedná se pak o pnoucí rostliny, které kořeny ve volné půdě v blízkosti fasád a pnou se přímo po fasádě nebo po umělé konstrukci. Tento typ vegetačních stěn je středně náročný na údržbu a pořizovací náklady nejsou enormní. Dešťová voda může být přiváděna ze střechy dešťovými svody do prokořenitelného prostoru pnoucích dřevin. Ten je pojednán jako zasakovací průleh nebo rýha. Druhy pnoucích dřevin mají rozdílné vlastnosti a pěstební nároky, sortiment je poměrně široký. Pro ozelenění fasád je vyžadováno rychlé a dobré krytí fasády, odolnost ke stanovištním podmínkám a dlouhověkost. Navrhování vegetačních stěn by mělo být přenecháno výhradně odborníkům na danou problematiku. Vertikální stěny na fasádách zkvalitňují mikroklima, působí esteticky, stabilizují teplotní výkyvy. Pro budovu fungují jako tepelná izolace a zabraňují přehřívání. Rostliny pohlcují hluk a snižují prašnost prostředí, současně zvyšují vzdušnou vlhkost. Kvetoucí stěny jsou zajímavé pro opylovače a zvyšují biodiverzitu.



Navrhování vegetačních stěn by mělo být přenecháno výhradně odborníkům na danou problematiku.



Vegetační stěna (foto Unsplash)

Navrhovaný stav



- + zlepšení mikroklimatu
- + snížení prašnosti
- + estetická funkce
- + zvyšování biodiverzity
- + snížení energetické náročnosti budov

Možnosti financování

Náročnost časová i finanční na projektovou fázi a realizaci je u jednotlivých opatření velmi odlišná. Pokud není možné aby investor financoval projekt ze svého rozpočtu, nápomocny jsou dotační tituly. Konkrétní podmínky pro jednotlivé zdroje financování jsou zveřejňovány s konkrétními výzvami a dotačními tituly. Hlavní zdroje financování lze spatřovat v těchto programech a fondech:

Strukturální fondy EU

- Evropský zemědělský fond pro rozvoj venkova (EAFRD)
- Evropský fond pro regionální rozvoj (EFRR/ERDF)
<https://www.dotaceeu.cz/>
- Operační program životního prostředí (OPŽP)
(energetické úspory, obnovitelné zdroje energie, adaptace na změnu klimatu, vodovody a kanalizace, oběhové hospodářství, příroda a znečištění)
<https://opzp.cz/>

Národní dotační programy

Státní zemědělský investiční fond (SZIF)

<https://www.szif.cz/cs/>

Ministerstvo zemědělství (MZe)

- Program rozvoje venkova
- Operační program rybářství
- Dotace na údržbu a obnovu kulturních a venkovských prvků
- Dotace ve vodním hospodářství (rybníky, podpora retence vody v krajině, drobné vodní toky a malé vodní nádrže, prevence před povodněmi, závlahy, náhrady za řízené rozlivy, zmírnění dopadů sucha..)
- Národní plán obnovy (protipovodňová ochrana, podpora opatření na drobných vodních tocích a malých vodních nádržích, budování lesů odolných klimatické změně, zadržování vody v lese..)

<https://eagri.cz/public/web/mze/dotace/>

Ministerstvo životního prostředí – Státní fond životního prostředí ČR (SFŽP)

- Národní plán obnovy (podpora biodiverzity a boj se suchem – hospodaření se srážkovými vodami)
- Národní program životního prostředí (voda, ovzduší, příroda a krajina, životní prostředí ve městech a obcích..)

<https://www.sfzp.cz/dotace-a-pujcky/>

Ministerstvo pro místní rozvoj (MMR)

– Integrovaný regionální operační program (IROP)

– Národní plán obnovy (regenerace brownfieldů)

<https://www.mmr.cz/cs/uvod>

Státní pozemkový úřad

– Financování v rámci Národního plánu obnovy (ochrana přírody a adaptace na klimatickou změnu, provádění pozemkových úprav s pozitivním vlivem na prevenci eroze a zachycování srážek)

<https://www.spucr.cz/narodni-plan-obnovy>

– komplexní pozemkové úpravy

<https://www.spucr.cz/pozemkove-upravy>

Dotační programy krajů a další..

Aktuální výzvy lze dohledat na webu <https://www.dotacni.info/prehled-dotaci/>



NEMÁM VIZI

CHCI ŘEŠIT VODU



ZKONTROLUJI ARCHIV

(obec s rozšířenou působností, místní akční skupiny,
státní pozemkový úřad, agentura ochrany
přírody a krajiny, spolky a další)



NAJMU SPECIALIZOVANOU FIRMU

- reference z okolních obcí, příklady dobré praxe
- čeká mě různě složité výběrové řízení



ODBORNÁ STUDIE = VIZE

- témata k řešení v území
- problémová mapa



3–12 měsíců

FINANCOVÁNÍ

FINANCUJI
Z VLASTNÍCH ZDROJŮ

NEMOHU FINANCOVAT
Z VLASTNÍCH ZDROJŮ

VYUŽIJÍ DOTAČNÍ TITULY



NAJMU SPECIALIZOVANOU FIRMU

kompletní zpracování dotačního
managementu



NAJDU INVESTORA (STÁT)

předám dokumentaci
se stavebním povolením



A KRAJINU

MÁM VIZI



Je moje vize smysluplná?

(3 pilíře trvalé udržitelnosti – environmentální, sociální, ekonomický)

NEUMÍM PROVĚŘIT
PROVEDITELNOST



NAJMU
SPECIALIZOVANOU FIRMU

STUDIE PROVEDITELNOSTI
PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE



6–12 měsíců

UMÍM PROVĚŘIT
PROVEDITELNOST

(vlastníci, inženýrské sítě,
úřady, územní plán)



NAJMU
SPECIALIZOVANOU FIRMU
– reference z okolních obcí, příklady dobré praxe
– čeká mě různě složité výběrové řízení



PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE

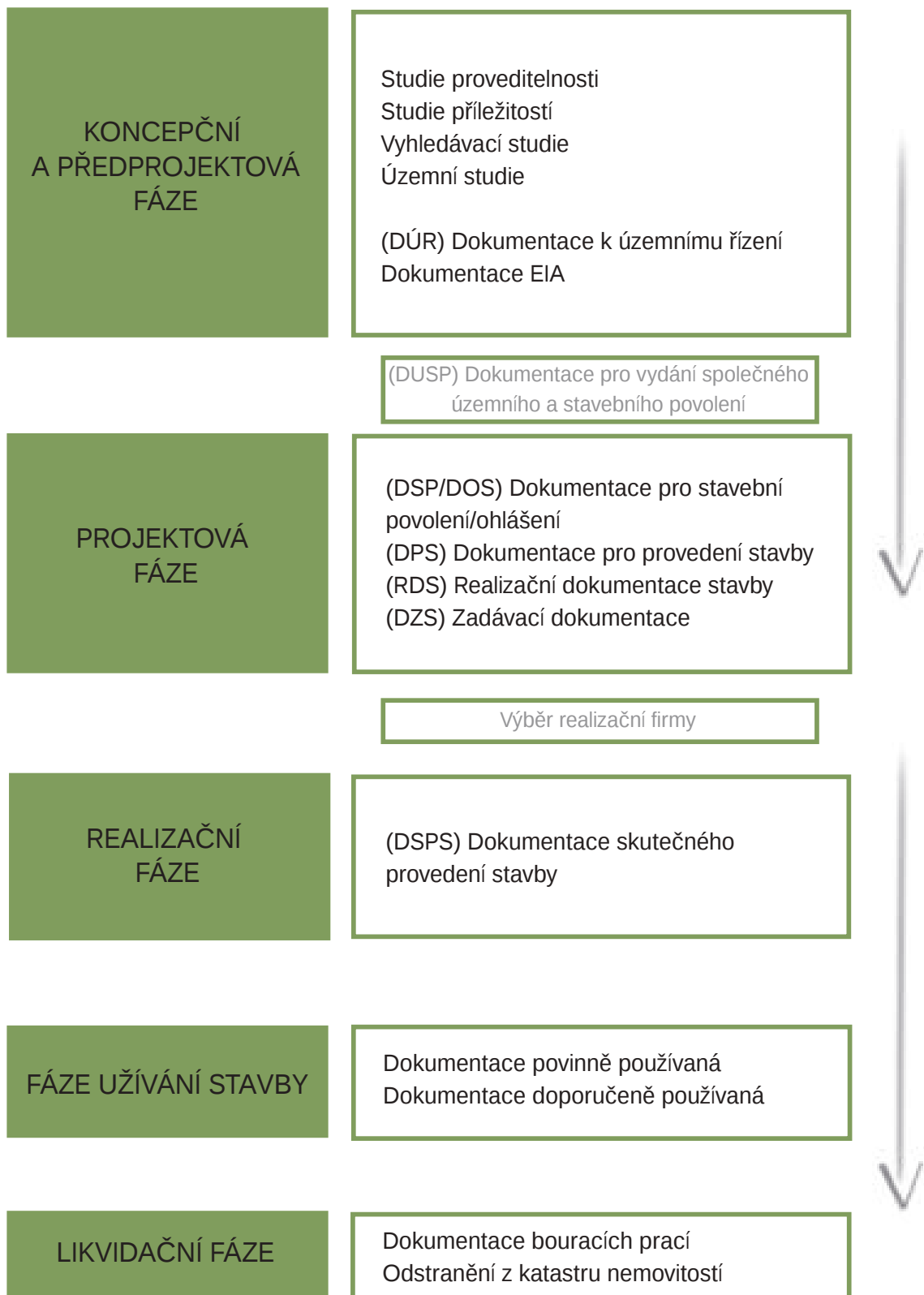


BEZ POVOLOVÁNÍ

6–12 měsíců

S POVOLOVÁNÍM

min. 12 měsíců



Hlavním cílem je z prvotní myšlenky vytvořit reálnější koncept, případně variantní řešení problému. Studie by měla zahrnout veškeré důležité limity z hlediska proveditelnosti. Nedílnou součástí dokumentace je prověření stanovištních podmínek (podloží, zemina) technické a dopravní infrastruktury (prochází územím nějaké sítě, je možné jejich řešení v rámci prací v ochranném pásmu případně je možné jejich přeložení), limitů ochrany přírody (nacházíme se v chráněném území, nacházejí se zde chráněné živočichy, je nutné vypracování EIA), ale také návaznost na územní dokumentace (veškeré druhy územně plánovacích dokumentací) a případné další záměry v území (nacházíme se v potenciálně zastavitelném území, je zde vedena dálnice, obchvat). Velice důležitou částí je majetkoprávní předjednání opatření, a zabezpečení souhlasů vlastníků, případně dalších dotčených orgánů (alespoň ve formě předběžných vyjádření – jaké jsou podmínky orgánu ochrany ŽP, jak je možné nakládat s odpady, je potřebná DOS nebo DSP eventuálně DUSP). Vhodné je rovněž prověření dosažitelnosti financování pomocí dotačních titulů. Špatně provedená studie realizovatelnosti nás může v dalších krocích stát čas, ale také velké množství finančních nákladů.

Na základě výše uvedených podkladů je cílem vypracování co možná nejkvalitnější dokumentace pro realizování opatření. Důležitými podklady jsou geodetické zaměření stávajícího stavu, inženýrsko-geologický průzkum (eventuálně kopané sondy), hydrotechnické posouzení, rozbor zemin případně sedimentů, biologický průzkum nebo biologické hodnocení území, a další dle konkrétní lokality. Některé z podkladů je možné řešit již v předcházejících krocích. V případě realizace na pozemcích jiných vlastníků je pro stavební úřad důležitý podpis na situaci stavby. V PD je důležité vyřešení příjezdových komunikací, umístění staveniště, mezideponií, řešení prací v ochranných pásmech případně řešení přeložek sítí dle vyjádření. Finálním krokem je sestavení výkazu výměr a rozpočtu, který bude zahrnovat všechny podstatné položky, eventuálně jeho modifikace z hlediska dotací dle nákladů obvyklých opatření.

Realizační část je intenzivní fáze projektu, kdy probíhá hlavní část aktivit. Každé stavební dílo přináší řadu nejen technických problémů, které je nutné včas řešit, z tohoto důvodu je v rámci výstavby přítomen dozor na stavbě, a to jak dozor stavební nebo technický, autorský dozor, koordinátor BOZP, případně ekodozor. V případě odlišnosti od schválené dokumentace je potřebné řešit změnu stavby před dokončením. Závěrem je nejčastěji kolaudační řízení a kolaudační rozhodnutí kterým může být stavba užívána k účelu, ke kterému byla zkolaudována.

V rámci užívání stavby je v určitých případech nutné vypracování revizních zpráv, provozního řádu, prohlášení o shodě, dokumentaci BOZP případně dokumentace PO, jako dokumentace povinně používané. Případně vypracování dokumentací doporučených, jakými jsou doklady k provozu, standardní návody, paspory, plány provedení kontroly a spolehlivosti konstrukcí staveb.

V případě již existujícího díla nebo stavby může nastat situace likvidační. Může se jednat například o dokumentaci ke zrušení vodního díla, dokumentaci bouracích prací, případně také odstranění z katastru nemovitostí.

Literatura

Adaptační opatření různých odvětví byla zpracovávána v řadě publikací. V předkládaném katalogu je uveden základní přehled opatření, se kterými běžně pracujeme. Jednotlivá opatření a konkrétní realizace jsou pak blíže zpracovány v následujících publikacích.

- Adaptace na změnu klimatu ve městech
(Online: www.urbanadapt.cz)
- Ekologická obnova v České republice
(JONGPIEROVÁ, Ivana a kol., Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2012)
- Ekologická obnova v České republice II
(JONGPIEROVÁ, Ivana a kol., Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2018)
- Hospodaření s dešťovou vodou v ČR
(VÍTEK Jiří, STRÁNSKÝ David, KABELKOVÁ Ivana, BAREŠ Vojtěch a VÍTEK Radim. Praha, 2015)
- Katalog přírodě blízkých opatření pro zadržení vody v krajině
(Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka, 2018, Online: www.suchovkrajine.cz)
- Metodický postup pro optimalizaci velikosti zemědělských pozemků
(KAPLIČKA, Jiří a kol., Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i, 2017)
- Návrhy organizačních, agrotechnických a biotechnických adaptačních opatření na území Jihomoravského kraje
(PAVKA, P., Ekotoxa s.r.o., 2016)
- Ochrana a zlepšování morfologického stavu vodních toků: Revitalizace, dílčí vodohospodářská opatření, podpora renaturačních procesů
(JUST, Tomáš a kol., metodika AOPK ČR, 2020)
- Ochrana zemědělské půdy před erozí
(JANEČEK, M., ČZÚ, 2012)
- Ochranné hráze na vodních tocích
(ŘÍHA, Jaromír, 2010)
- Opatření k posílení infiltračních procesů v krajině
(KULHAVÝ, Zbyněk a kol., 2015)
- Optimalizace funkce větrolamů v zemědělské krajině
(Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i, 2008)
- Pracovní postupy eliminace negativních funkcí odvodňovacích zařízení v krajině pro podporu žadatelů o PBO v prioritních oblastech 1 a 6
(Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i, 2011)
- Prevence a zmírňování následků přívalových povodní ve vztahu k působnosti obcí, certifikovaná metodika výsledků výzkumu, vývoje a inovací
(VÝZKUMNÝ ÚSTAV MELIORACÍ A OCHRANY PŮDY, V.V.I., Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2015)
- Příručka ochrany proti erozi zemědělské půdy
(NOVOTNÝ, I., Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i, 2017)
- Revitalizace vodního prostředí
(JUST, Tomáš a kol. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2003)
- Strategie adaptačních opatření pro plán oblastí povodí Moravy
(Koalice pro řeku, 2012)
- Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR
(Online: www.mpz.cz)

- Voda ve městě: metodika pro hospodaření s dešťovou vodou ve vazbě na zelenou infrastrukturu. (SÝKOROVÁ, Martina a kol., České vysoké učení technické (ČVUT) ve spolupráci s univerzitou Jana Evangelisty Purkyně (UJEP), Praha, 2021)
- Voda v zemědělské krajině (TLAPÁK, a kol., 1992)
- Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi (JUST, Tomáš a kol. Praha: Český svaz ochránců přírody, 2005)
- Vsakování srážkových vod, metodická pomůcka Ministerstva pro místní rozvoj (MMR, Odbor stavebního řádu, Praha, 2019)
- Zalesňování v minulosti odvodněných zemědělských pozemků (KULHAVÝ, Zbyněk a kol., 2015)
- Základy krajinného plánování (SKLENIČKA, Petr, 2003)
- Zemědělské sucho v České republice – vývoj, dopady a adaptace (ŽALUD, Zdeněk a kol. Praha: Agrární komora České republiky, 2020)
- Hospodaření se srážkovými vodami (TNV 75 9011, 2013)
- ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže

Katalog adaptačních opatření

Autoři:

Ing. Václava Těšitelová, Ing. Miroslava Plevková

Ilustrace a grafické zpracování:

Ing. Václava Těšitelová, Ing. Dan Šamánek

Spolupráce:

RNDr. Lukáš Krejčí, Ph.D.

Ing. Martin Koudelka

Ing. Ondřej Bartoš

Mgr. Soňa Vopršalová

Vydal:

Envicons s.r.o.

Oddělení studií, odborných analýz a koncepcí

Vytiskl:

Kristián, spol s.r.o.

Náklad:

100 ks

ISBN:

978-80-11-02793-3

Vydání první, Pardubice 2023



ISBN 978-80-11-02793-3



9 788011 027933