

Retenční kapacity krajiny – prevence povodní i sucha ?

Tomáš Dostál, Miroslav Bauer, Josef Krása

*Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství, Fakulta stavební, ČVUT v Praze,
Thákurova 7, 166 29 Praha 6 – Dejvice, e-mail: dostal@fsv.cvut.cz*

Úvod

Náhled lidí na krajinu a její funkce se mění s časem i s podmínkami. Mnohdy poměrně rychle a v závislosti na situaci. V letech následujících po povodních 2002 – 2013 se slovo povodně a protipovodňová ochrana začalo skloňovat ve všech pádech. Vznikly komise na úrovni krajů i státu, dotační programy i mechanismy posuzování vhodnosti opatření. Intenzivně se začalo diskutovat i o konceptu ochrany proti povodním, došlo k výraznému zlepšení funkcí IZS, jsou zpracovávány Plány povodňových rizik. Začal se objevovat i termín Přírodě blízká protipovodňová opatření. Příkladem analýzy území s ohledem na plošný a soustředěný odtok a transport erozních splavenin může být i portál, analyzující potenciální ohroženost intravilánu soustředěným odtokem a transportem erozních splavenin <http://www.heisvuv.cz/data/webmap/datovesady/projekty/eroznismyv/www/index.php>.

EROZNÍ SMYV

EROZNÍ SMYV - ZVÝŠENÉ RIZIKO OHROŽENÍ OBYVATEL A JAKOSTI VODY V SOUVISLOSTI S OČEKÁVANOU ZMĚNOU KLIMATU

Parametry výpočtu pro zobrazení mapy

Posoudit ohrožení

- ☒ Erozní smyv
- ☐ Eutrofizace

Pro klimatické podmínky

- ☒ Současný klimatický stav
- ☐ Výhledový klimatický stav

Simulovaný scénář

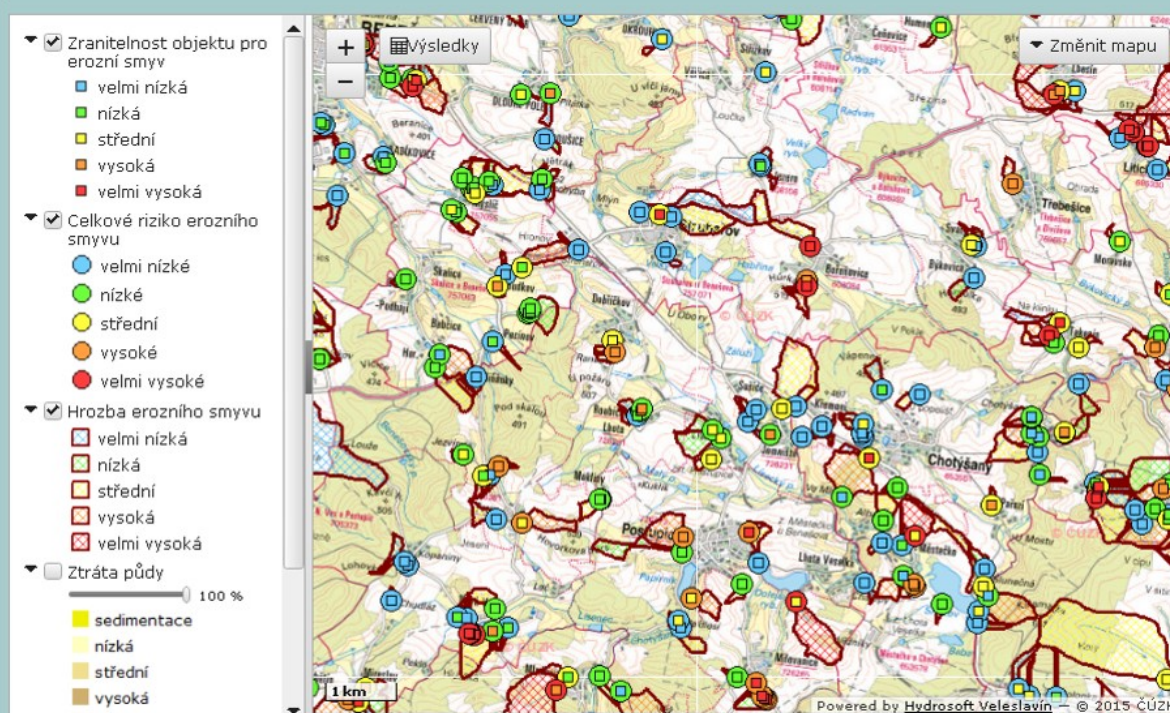
- ☒ Bez aplikace opatření
- ☐ Změna osevních postupů
- ☐ Změna osevních postupů a zpracování půdy
- ☐ Trvalé zatravnění
- ☐ Technická protierozní opatření

Zpět na výběr zájmového území



Potvrdit výběr a vypočítat

Riziko erozního smyvu v současných klimatických podmínkách bez aplikace opatření



Vygenerovat mapu

Vygenerovat mapu pro všechny scénáře

Obrázek 1: Interaktivní webová aplikace ukazující míru ohrožení intravilánu povrchovým odtokem a erozním smyvem pro celkem cca 160000 kritických bodů v celé ČR.

<http://www.heisvuv.cz/data/webmap/datovesady/projekty/eroznismyv/www/index.php>

S příchodem extrémně suchých let od roku 2014 se rétorika do značné míry obrací a na setkáních vodohospodářů zaznívá, že sucho je vlastně mnohem nebezpečnější než povodeň. Důvod je nasnadě – povodeň, jakkoliv je nebezpečná a ničivá, zasahuje zpravidla jen malou plochu území a omezený počet obyvatel. Je možno se proti ní chránit předem připravenými opatřeními a je predikovatelná jak co do rozsahu tak i času. (Pokud nehovoříme o bleskových lokálních povodních). Na rozdíl od povodní, sucho se jen obtížně předpovídá, zasahuje velké oblasti, ochranná opatření jsou velmi obtížná a jeho následky odeznívají velmi dlouho. Úměrně tomu se existující aparát modifikoval i na „boj se suchem“. Vznikla tak například komise „Voda -sucho“ i řada dalších institutů, komisí a pracovních skupin, včetně velmi

názorného a hojně navštěvovaného portálu www.intersucho.cz. Hodně se začalo hovořit i o zadržování vody v krajině a pojem „adaptace na změnu klimatu“ získává mnohem jasnější obrysy.



Obrázek 2: Webový portál www.intersucho.cz – dobře dokumentuje časový vývoj sucha v krajině. Na konkrétním obrázku je vidět alarmující situace na jaře 2017, kdy po skončení relativně na sníh bohaté zimy je indikováno výrazné sucho na Moravě a Královéhradecku.

Zatímco protipovodňová ochrana má za cíl primárně ochránit obyvatelstvo a infrastrukturu před negativními efekty zvýšených průtoků, ochrana před suchem si za cíl klade naopak zajištění nutného množství vody v krajině pro její fungování – ať již se jedná o zásobování lidí, život zvířat nebo růst rostlin.

Obě uvedené snahy se protínají v bodě retence vody v krajině. Retence vody v krajině v případě povodňových situací snižuje odtoky a projevuje se tak jak celkovým zmenšením povodňové vlny, tak její transformací (prodloužením doby trvání se současným snížením kulminace). V případě sucha, voda zadržaná v krajině umožňuje růst rostlin, postupným odtokem vyrovnává rozkolísání průtoků a výparem zlepšuje mikroklima. Je zcela zřejmé, že proces retence je tedy velmi žádoucí a je proto prezentován jako cíl všech možných opatření. Na druhou stranu je nicméně zřejmé, že fungování retence krajiny z hlediska pozitivních dopadů pro eliminaci povodní a současně snížení nebezpečí sucha funguje opačně. Pro zajištění retence krajiny pro ochranu před povodněmi je žádoucí mít na začátku povodně retenční prostory prázdné, zatímco pro prevenci sucha naopak je cílem udržovat je pokud možno plné. Tento rozpor je sice zřejmý, často se před ním ale zavírají oči a termín resp. slovní spojení se používá víceméně jako zaklínadlo. Navíc u řady typů opatření panuje mylná představa o jejich fungování, rovněž vytvořená neustálým opakováním pojmů aniž by tyto byly správně vysvětleny či pochopeny.

Následující odstavce nepřinášejí žádné objevné teorie, vztahy nebo fakta. Pouze uvádějí do kontextu známé skutečnosti tak, aby si čtenář uvědomil, že s krajinou je nezbytné pracovat, procesy ale mají své zákonitosti a slepé používání nejrůznějších katalogů, kde jsou opatření tříděna, klasifikována a doporučována bez vysvětlení jejich funkce může být zavádějící.

Retence vody v povodí

Pojem retence je rovněž třeba specifikovat. Retence (= zadržení) je možno definovat a kvantifikovat podle procesů, které se na ní podílejí.

Retence krajiny obecně zahrnuje 3 hlavní procesy:

- Intercepci (zachycení vody na listech a dalších orgánech rostlin)
- Infiltrace (vsak vody do půdy)
- Povrchová retence (zachycení vody na povrchu půdy v mikro- a makro depresích)

Tyto procesy je možno nazvat přirozenými nebo přírodními a jsou charakteristikou každé krajiny. Právě s nimi se často operuje ve smyslu „jaká je retenční kapacita přírodní krajiny“. Prezentovány jsou občas oba krajní názory – tedy že krajina v přirozeném stavu dokáže eliminovat riziko povodní i teorii, že retence krajiny je zanedbatelná a povodně nelze zvládnout bez technických řešení.

Pravda je jako obvykle někde uprostřed. Je zřejmé, že přírodní procesy mají svou retenční kapacitu, která není rozhodně zanedbatelná. Na druhou stranu, tato kapacita je konečná. V případě příchodu menší srážky přirozená retence dokáže spolehlivě vodu zachytit, v případě výskytu srážky extrémní se ale její kapacita vyčerpá a k odtoku dojde. Čím větší je pak srážka, tím menší je význam retenční kapacity pro celkový odtok. Podle prováděných výpočtů a matematických simulací leží hranice významnosti vlivu přírodní retence někde kolem srážky s dobou opakování 20 let.

Kromě toho se logicky uplatňuje i retence soustředěná – v technických dílech a retenčních prvcích. Tyto jsou navrženy a dimenzovány na určitou kapacitu související s dobou opakování návrhové epizody. Nutnou a logickou podmínkou pak je, že na začátku příčinné epizody je retenční prostor daného prvku (tůň, suchá nádrž, vodní nádrž, jímka,) prázdný.

Jednoduchým závěrem tedy je, že zvyšování přirozené retence vody v krajině je velmi žádoucí a přinese žádaný efekt v zadržení povodňových průtoků a jejich převedení do zásoby vody v krajině i pro dobu příušku. Na druhou stranu kapacita této složky retence je omezená a nemůže obecně vyřešit absolutní ochranu před povodněmi. Jelikož se jedná o procesy přírodní, které významně závisí na rozvoji vegetace a tedy roční době a momentálních podmínkách, je velmi složité (v podstatě nemožné) tento typ opatření využít pro zajištění ochrany s požadovaným konkrétním stupněm zabezpečení (konkrétní dobou opakování). Pro tento účel je nutné sáhnout k opatřením technického charakteru.

Možná opatření a jejich funkce

Tato kapitola přináší kriticky pojednaný výběr možných retenčních opatření spolu s popisem principu jejich funkce a je diskutována i jejich efektivita jakožto opatření k eliminaci rizik povodní resp. sucha. Seznam vychází z platných a užívaných metodik a metodických postupů pro navrhování jak přírodně blízkých protipovodňových opatření (PBPO), tak retenčních opatření technického charakteru. Seznam byl nicméně revidován a doplněn v rámci projektu STRIMA II – Sasko-Český projekt ke snižování povodňových rizik.

Jak bylo uvedeno výše, opatření je možno rozdělit na přírodně blízká, která pracují především s přirozenou složkou retence krajiny a na opatření technická, která jsou založena na technických prvcích, jejichž funkce je přesně definována a parametry dimenzovány na návrhové hodnoty.

Kromě retenční opatření se zejména v protipovodňové ochraně používají i opatření transformační – jejichž cílem není zachycení objemu odtoku nebo jeho části, ale jen jeho časový posun a snížení kulminace. Zejména u transformačních opatření přírodě blízkých (založených především na rozlivu vody do inundace) je možno spekulovat o určitém efektu i z hlediska prevence sucha díky zadržení vody v krajině. V tomto pojednání však tyto procesy pomineme a soustředíme se na opatření z kategorie retenčních.

Přírodě blízká opatření

Opatření přírodě blízká jsou založena na procesech přirozené retence krajiny, která je tím vyšší, čím vyšší je pokrytí krajiny bohatou vegetací s co největší plochou listů a dalších orgánů, čím jsou půdy propustnější (tak aby voda skutečně vstupovala do nižších horizontů a nikoliv se jen odtok povrchový měnil na laterální podpovrchový s minimálním časovým posunem) a čím je větší mikro i makrodrsnost povrchu.

Do tohoto typu opatření je možno zahrnout především:

- Plošné zatravnění
- Plošné zalesnění
- Ponechání pozemku vlastnímu vývoji
- Změny hospodaření na zemědělské půdě – půdoochranné hospodaření, změny osevních postupů
- Cílené zlepšování půdních vlastností
- Retenční a sedimentační jímky
- Vsakovací průlehy
- Liniové retenční prvky (hrázka, mez, protierozní cesta, ...) – vrstevnicově orientované
- Mokřady

Plošné zatravnění

- Trvalý travní porost se vyznačuje vyšší drsností a vsakovací kapacitou (vyšší hydraulická vodivost = rychlejší vsak vody do půdy). Srážková voda se proto do půdy vsakuje rychleji, navíc povrchový odtok díky vyšší drsnosti probíhá pomaleji a prodlužuje se tak doba kontaktu vody s půdou, což opět umožňuje její větší vsak (infiltraci).
- Opatření je vhodné pro všechny sklony. Obecně nicméně platí, že čím je sklon svahu větší, tím bude pozitivní vliv zatravnění menší. Opatření se projeví významnější redukcí objemu odtoku cca do sklonu svahu 5 – 10 %. Při vyšších sklonech má opatření zásadní vliv na kvalitu odtékající vody, na její množství a rychlost toku ale vliv klesá.
- Opatření se aplikuje na celý nebo na část řešeného zemědělského pozemku. Je třeba odlišovat ochranné travní pásy, zatravněné údolnice a zatravněné konvergentní svahy – což je opatření, prováděné prioritně s cílem zamezit vstupu erozních splavenin do vodních toků resp. stabilizovat dráhy soustředěného odtoku.
- Opatření předpokládá pravidelnou údržbu sečením – cílem je získat kvalitní, co možná zapojený travní porost s převahou výběžkatých druhů travin. Z pohledu dobré funkce je vhodné zamezit vzniku holých míst bez vegetace. Z toho vyplývá, že z hlediska retenčního efektu je lepší využití formou louky než pastviny, kde zejména na svažitéch pozemcích nebo obecně v místech koncentrace dobytka dochází k porušení drnu a vzniku predisponovaných drah odtoku.

- Opatření má velký pozitivní efekt na kvalitu povrchové a podzemní vody, podporuje druhovou diverzitu, obecně je považováno za ekologicky šetrné a velmi žádoucí především ve svažitých oblastech. Podporuje i estetickou hodnotu krajiny.
- Opatření může být problematické z hlediska využití produkované biomasy – pokud uživatel pozemků neprovozuje živočišnou výrobu. Z jeho pohledu je relativně snadno možné pozemek zatravnit (je možné poměrně jednoduše získat dotační podporu), opačný postup je pro něj ale často složitější.
- Efekt z hlediska prevence povodní je nejistý a lze ho jen těžko přesně kvantifikovat, efekt z hlediska prevence sucha spočívá zejména v předpokladu umožnění infiltrace dešťové vody do půdy. Otázkou, která začíná být diskutována je míra transpirace a tedy ztráty vody díky vegetaci.



Obrázek 3: Ani trvalé zatravnění nedokáže zcela vyloučit vznik povrchového odtoku při opravdu intenzivních srážkách

Plošné zalesnění

- Zalesněné pozemky mají vysokou míru přirozené retence (nejvyšší ze všech typů povrchů) díky bohaté a zapojené vegetaci, většinou propustným půdám a vysoké drsnosti povrchu.
- Zalesnění pokud má mít významný retenční vliv na snížení povodní nebo významnější akumulaci vody musí být prováděno plošně ve větších celcích. Lokální zakládání remízků má jen minimální efekt

- V případě stávajících lesů je třeba brát v úvahu kvalitu lesních půd. Lesy reálně zůstaly na pozemcích, které nebyly vhodné pro zemědělské hospodaření (půdy příliš mělké, kamenité, svažité, vysoko položené, ...) Takové půdy nemusí automaticky mít vysoký retenční potenciál a to ani z hlediska ochrany před povodněmi ani z hlediska dlouhodobé akumulace vody pro období sucha. Dobrým příkladem může být jak série povodní na Nise a Mandavě, kdy voda z intenzivních srážek odtékala ze svahů Jizerských hor jako laterální podpovrchový odtok po nepropustném podloží skrz suťové materiály a rychlost odtoku podpovrchového byla srovnatelná s rychlostí odtoku povrchového.
- Zalesnění pozemků má nepochybně pozitivní vliv na kvalitu odtékající vody.
- Zalesnění má nepochybný estetický i ekologický efekt a zvyšuje ekologickou hodnotu a diverzitu krajiny stejně jako její estetickou hodnotu.
- Z hlediska ekonomického je zalesnění pozemku problematické a hodí se jen pro specifické oblasti a podmínky.
- Efekt z hlediska prevence povodní je ve většině případů nesporný (s výjimkou mimořádně nepříznivých specifických půdních podmínek. Efekt z hlediska prevence před suchem je všeobecně vnímán jako mimořádně pozitivní. Z hlediska celkové bilance je ale rovněž nejistý díky vysoké ztrátě vody výparem díky transpirující vegetaci.



Obrázek 4: Významný rozdíl v retenční kapacitě složky intercepce mezi plně zapojeným lesem a odumřelým je zřejmý na první pohled. I tento pozemek je však veden jako „les“ a teoreticky se mu může přisuzovat odpovídající retenční kapacita.

Ponechání pozemku vlastnímu vývoji

- Ponechání pozemku vlastnímu vývoji je do jisté míry substituováno zalesnění, protože samovolný vývoj k němu dlouhodobě bude díky sukcesním procesům směřovat. V zásadě lze očekávat zlepšení všech tří součástí procesu přirozené retence.
- Opatření funguje na všech sklonech, s tím, že s rostoucím sklonem klesá účinnost podobně jako u zatravnění nebo zalesnění.
- Oproti zatravnění nebo zalesnění, které vyžaduje pravidelnou údržbu, pozemek ponechaný vlastnímu vývoji údržbu nepotřebuje.
- Opatření realizované v běžné zemědělsky využívané krajině pravděpodobně bude poměrně kontroverzní, jednak z ekonomického pohledu a ztráty příjmu pro vlastníka pozemku a jednak díky tomu, že pozemek v iniciálních sukcesních stádiích bude zdrojem zaplevelení pro své okolí. Na druhou stranu se bude jednat o lokalitu velmi atraktivní z hlediska ekologického. Proto lze tento typ opatření očekávat zejména v oblastech se zvláštním režimem (národní parky nebo chráněná území obecně).
- Efekt z hlediska prevence povodní je podobný jako v případě zatravnění nebo zalesnění – efekt je obtížně kvantifikovatelný a silně bude záviset na charakteru konkrétní lokality, stavu porostu, roční době a dalších obtížně predikovatelných faktorech. Efekt z hlediska prevence sucha je rovněž podobný jako v případě zatravnění nebo zalesnění – infiltrace vody do půdního profilu je velmi žádoucí, obtížně kvantifikovatelnou proměnnou ale jsou ztráty vody způsobené transpirací zapojeného hluboko kořenícího porostu.



Obrázek 5: Rozsáhlé holiny po kůrovci na Šumavě, které jsou sice formálně lesem mohou dobře dokumentovat i stav „plochy ponechané vlastnímu vývoji“. Je jasné, že v tomto stadiu velký retenční efekt očekávat nelze. Navíc se vedlejším efektem projevuje, že plocha je osluněna a v případě jarního oslunění dochází k celoplošnému a velmi rychlému odtávání. Teplota na slunci je až o 10°C vyšší než ve stínu.

Změny hospodaření na zemědělské půdě – půdoochranné hospodaření, změny osevních postupů

- Půdoochranné postupy na orné půdě a změny osevních postupů mají za cíl zejména zlepšení vlastností zemědělské půdy směrem k zlepšení její struktury, zvýšení hydraulické vodivosti (infiltrační kapacity) a její lepší protierozní ochranu. Půdoochranné postupy spočívají především jednak ve vyloučení erozně silně náchylných plodin na rizikových pozemcích a dále především v zajištění trvalého vegetačního krytu na povrchu pozemku v průběhu celého roku a jednak nahrazení orby kypřením půdy zasahujícím do hloubky jen 5 – 7 cm.
- Opatření pracuje s retenční kapacitou půdy, která představuje řádově největší retenční prostor v každém povodí a její zvýšení tak představuje mimořádně účinné opatření. Současné výzkumy ale prokazují, že významná část orné půdy má díky kompakci těžkou technikou vytvořenou vrstvu zhutněného podbrázdí v hloubce 0,3 – 0,6 m, která vytváří bariéru volnému odtoku vody do hlubších horizontů. Infiltrující voda stéká po této zhutněné vrstvě a vytváří podpovrchový odtok, jehož rychlost je srovnatelná s odtokem povrchovým a je drénován hydrografickou sítí v reálném čase. Povodňová vlny v malém vodním toku způsobená intenzivní srážkou tak velmi často není způsobena povrchovým, ale podpovrchovým odtokem.
- Opatření (konverze k aplikaci půdoochranných technologií) je na zemědělském pozemku aplikováno v současnosti nejčastěji z důvodu protierozní ochrany. Jedná se nicméně o proces dlouhodobý a měřitelné zlepšení vlastností půdy (zejména zvýšení hydraulické vodivosti) nastává nejdříve po 5 letech.
- Opatření má kromě retenčního potenciálu i efekt z hlediska ochrany respektive zvyšování úrodnosti půdy, lepšího hospodaření se živinami v půdě a zajištění jejích dalších kvalitativních parametrů.
- Aplikace půdoochranných technologií je současným světovým trendem. Potenciální problém je možno spatřovat v tom, že nahrazení orby mělkým kypřením a udržování trvalého vegetačního krytu povrchu půdy vyžaduje využití totálních herbicidů na bázi Glyphosátů k likvidaci plevelů. Země EU v současnosti jedná o zákazu aplikace Glyphosátů v zemědělství, což by mohlo rozvoj a aplikaci půdoochranných technologií zbrzdit.
- Efekt z hlediska jak prevence povodní, tak sucha je nesporný a velký. Nicméně jeho přesná kvantifikace záleží do značné míry na reálném aktuálním stavu (optimální počáteční vlhkosti, rozvoji vegetačního krytu, momentálním stavu povrchové krusty,), proto je kvantifikace efektu velmi nejistá. Navíc efekt může být do značné míry negativně ovlivněn i existencí zhutněné vrstvy v podbrázdí, která většinu infiltrující vody odvede zpět do vodního toku.



Obrázek 6: Využití půdoochranných postupů – v tomto případě pěstování kukuřice s podsevem jarních obilovin – významně zvýší nejen protierozní ochranu, ale i retenční kapacitu

Cílené zlepšování půdních vlastností

- Cílené zlepšování půdních vlastností se do značné míry překrývá s předchozím bodem – aplikace půdoochranných technologií. Jedná se ale o specifické aktivity, směřující cíleně ke zlepšení vlastností půdy. Z hlediska retenční kapacity je důležitá především homogenita půdního profilu bez zhutněných vrstev, dále pak vysoký obsah organických látek a tomu odpovídající stabilní struktura, zajišťující vysokou infiltrační kapacitu.
- Možnými postupy bude zejména dodávání dostatku organického materiálu do půdy (organického hnojiva, kompostů apod.) a volba vhodných šetrných technologií obdělávání (například půdoochranné technologie – viz výše).
- Opatření nemá negativní efekty a dopady a je po všech stránkách velmi žádoucí. Problematické může být snad jen tím, že jeho efekty se neprojeví ihned a lze je jen velmi obtížně kvantifikovat.
- Z hlediska prevence povodní i výskytu sucha se jedná o mimořádně důležité opatření, jehož reálná aktuální účinnost nicméně závisí na mnoha faktorech. Jedná se navíc o proces dlouhodobý. Efekty podobně jako u předchozích opatření v podstatě nelze vyjádřit mírou zabezpečení vztaženou k době opakování.



Obrázek 7: Pěstování krycích plodin má jednak velký efekt v rámci protierozní ochrany, jednak zvyšuje významně retenční kapacitu a cíleně zlepšuje půdní vlastnosti udržením oživení půdy a zajištěním přísunu živin.

Retenční a sedimentační jímky

- Retenční a sedimentační jímky jsou zařízení na pomezí přírodě blízkých a technických, jejichž cílem je zachytit povrchové odtékající srážkovou vodu a erozní sediment bezprostředně na nebo pod konkrétním zemědělským pozemkem. Jedná se o menší zemní jímky bez hráze, stabilizace břehů nebo jakýchkoliv objektů. Objekty fungují tak, že po srážce se do určité míry zaplní a zachycená voda následně infiltruje nebo se odpařuje.
- Jímky jsou navrhovány velmi jednoduše a ani v případě jejich přetečení zpravidla nedochází k větším škodám – právě proto, že se jedná o velmi jednoduché objekty, které nejsou doporučovány pro zajištění ochrany důležitých lokalit.
- Jedná se o opatření menší (řádově jednotky maximálně desítky m³). Tím je dána i zdrojová plocha, která tak bude odpovídat maximálně desítkám ha.
- Opatření předpokládá pravidelnou údržbu, spočívající zejména v odstraňování erozního sedimentu
- Opatření může mít i značný pozitivní vedlejší ekologický efekt a to především v případě že dno bude méně propustné, případně bude zasahovat od hladinu podzemní vody. V krajině tak vznikne lokalita s trvalou vodní hladinou.
- Opatření může být problematické zejména z hlediska záboru obdělávané půdy a nutnosti zajistit pravidelnou údržbu.

- Efekt z hlediska prevence povodní je zřejmý a spočívá v zachycení části povrchového odtoku. Na druhou stranu efekt nebude velký a bude odpovídat velikosti jímky. Celkový nutný retenční objem je pak nutno v zájmovém území zajistit větším počtem jímek umístěných ve vhodných lokalitách. Efekt z hlediska prevence sucha je rovněž zřejmý – povrchový odtok je transformován na infiltraci, což posiluje zásoby podzemní vody, případně se odpaří, což se pozitivně projeví zlepšením mikroklimatu. I zde celkový efekt bude odpovídat celkovému zadrženému objemu vody.

Vsakovací průlehy

- Vsakovací průlehy jsou obvykle navrhovány jako protierozní opatření. V takovém případě je ale vsakovací průleh dosti problematický, protože lze jen velmi obtížně zajistit, aby při opakované srážce nedošlo k jeho přelití, což by z hlediska protierozní ochrany většinou způsobilo podstatně větší škody, než kdyby tam průleh vůbec nebyl.
- Z uvedeného důvodu je velmi vhodné vsakovací průleh dimenzovat z hlediska záchytného prostoru velkoryse a doplnit ho na konci(koncích) odtokovým objektem, vyústěným do odváděcího prvku (příkopu, průlehu, ...). Tím bude zajištěno, že průleh až do dosažení své kapacity bude zachycovat povrchový odtok a převádět ho na infiltraci a po překročení kapacity bude fungovat jako sedimentační prostor a přebytek povrchového odtoku bude bezeškodně odváděn do recipientu.
- Zařízení bude pravidelně vyžadovat údržbu, spočívající především v odstraňování zachyceného erozního sedimentu.
- Realizace opatření může být problematická z hlediska vlastníka/uživatele pozemku, kterému bude obdělávání zkomplikováno a může po něm být vyžadována údržba. Výhodné proto bude budovat tyto objekty v rámci projektů KoPÚ.
- Efekt z hlediska prevence povodní je zřejmý a odpovídá retenčnímu prostoru průlehu. Efekt z hlediska prevence sucha je rovněž zřejmý a odpovídá rovněž retenčnímu prostoru. Efekt spočívá v tom, že povrchově odtékající vody bude zachycena a odtok bude transformován na však, případně výpar. Zejména efekt prevence povodní je možno u tohoto typu opatření poměrně snadno kvantifikovat a vztáhnout ho i k periodicitě výskytu příčinné srážky.

Liniové retenční prvky (hrázka, mez, protierozní cesta, ...) – vrstevnicově orientované

- Jedná se obecně o vrstevnicově orientované liniové struktury v krajině. U těchto staveb se automaticky předpokládá významný retenční efekt způsobených schopností přerušit volnou délku svahu a zadržet odtok. U řady typů opatření se však jedná o omyl. Například cesta je jen málokdy orientovaná zcela přesně vrstevnicově a povrchový odtok často přeruší, ale v takovém případě je vybavena příkopem, který vodu odvede (rychleji než by odtekla plošným povrchovým odtokem) do recipientu. Podobně, protierozní příkop sice zabráni rozvoji vyšších forem eroze na pozemku, ale urychlí odtok vody z pozemku do recipientu a v mnoha případech i zvýší celkové množství odteklé vody.
- Obecně platí, že pokud se od liniového opatření očekává retenční funkce, je nezbytné tomu podřídit jeho návrh a vložit do něj retenční prvky. Celkově je vliv těchto opatření poměrně malý, i když se od nich hodně očekává.
- Liniová opatření mají svůj nepochybný vedlejší efekt ve zlepšení ekologických funkcí a estetiky krajiny – většinou umožní vnesení zeleně do monotónní zemědělské krajiny a zvýší tak její diverzitu i ekologickou stabilitu.

- Efekt z hlediska prevence povodní je poměrně malý nejistý a silně závislý na tom, zda byly liniové prvky s tímto cílem skutečně navrženy a dimenzovány. Efekt z hlediska prevence sucha je rovněž nejistý a malý protože jasně kvantifikovatelné procesy nezajišťují akumulaci srážkové vody ani jiné mechanismy, které by podporovaly zadržení vody v krajině.

Mokřady

- Mokřad, jakožto lokalita s větším množstvím akumulované vody, jejíž hladina je buď volná nebo bezprostředně kolem povrchu terénu se obvykle navrhuje v pramenních lokalitách, v ploché nivě vodního toku který ho napájí nebo jen s nebeským napájením. Lokalita bývá bohatě zarostlá vlhkomilnou vegetací, která je specifická pro ten který typ mokřadu
- Pokud je mokřad přírodního charakteru nebo správně navržen a provozován, nepotřebuje v podstatě žádnou údržbu. Z tohoto pohledu je velmi důležité, aby mokřad nebyl navrhován/využíván pro zachycování erozních splavenin ze zemědělských pozemků. V takovém případě bude velmi rychle zazemněn a navíc dojde k přeměně jeho původní vegetace na nitrofilní monokultury
- Mokřad má velký vedlejší ekologický efekt, neboť se jedná o jedno z druhově nejbohatších společenství (ekosystémů) v našich podmínkách
- Realizace opatření může být problematická z hlediska vlastníka/uživatele pozemku, protože mokřad v podstatě vyloučí možnost jeho dalšího ekonomického využití.
- Efekt z hlediska prevence povodní je často zmiňován. Jeho kvantifikace nicméně závisí na volném retenčním prostoru v rámci mokřadu – který zpravidla není velký, protože v ideálním případě je hladina v úrovni povrchu terénu a je co možná stabilní. Efekt z hlediska prevence sucha je rovněž velmi často zmiňován. V praxi ale naopak v případě, že nastane sucho mokřad může trpět, pokud přijde o zdroj svého napájení. Mokřad tedy napomáhá prevenci sucha, pokud zadržuje povrchově odtékající vodu. Pokud existuje v krajině sám o sobě, například na prameni, je jeho existence dokladem toho, že v lokalitě zatím sucho nenastalo.

Technická opatření

Technická opatření jsou opatření vytvořená člověkem podle jasných návrhů. Opatření využívají retence vody v definovaném a známém prostoru. Objem retenčního prostoru bývá navrhován podle požadavku na míru zabezpečení (a samozřejmě možno prostorové dispozice lokality).

Do tohoto typu opatření je možno zahrnout především:

- Suchá nádrž
- Poldr
- Retenční prostor ve vodní nádrži ovladatelný
- Retenční prostor ve vodní nádrži neovladatelný
- Retenční prostor v malé vodní nádrži

Suchá nádrž

- Suchá nádrž je dnes velmi rozšířené opatření, zajišťující protipovodňovou ochranu v menších povodích. Princip funkce spočívá v tom, že se jedná v zásadě o průtočnou malou vodní nádrž

s trvale nehrazenou výpustí. V případě že přítok do nádrže přesáhne kapacitu výpusti, dojde ke vzdouvání hladiny. Po poklesu přítoku zadržaná voda pozvolna a bezeškodně odtéká.

- Opatření je navrhováno zpravidla k ochraně objektů, obcí nebo jiné infrastruktury.
- Efekt z hlediska prevence povodní je zřejmý a je to hlavní smysl tohoto typu zařízení. Jedná se standardní technické zařízení, které je dimenzováno pro konkrétní účel a s jednoznačnými návrhovými parametry a zabezpečení. Efekt z hlediska prevence sucha je pouze tehdy, pokud je suchá nádrž navržena s malým trvalým nadržením. V takovém případě lokalita získá významné ekologické benefity spočívající ve vytvoření trvalé volné vodní hladiny a mokřadní vegetace v lokalitě. Význam pak odpovídá velikosti trvalého nadržení. Efekty však v tomto případě pracují antagonisticky – čím větší trvalé nadržení = větší význam z hlediska sucha, tím menší kapacita pro případ povodně.



Obrázek 8: Suchá nádrž s malým trvalým nadržením. Na roudnicku, kde je nouze o vodní biotopy podobný mokřad představuje velmi cennou lokalitu při minimálním snížení protipovodňové funkce.

Poldr

- Poldr je podobné zařízení jako suchá nádrž, s tím, že na rozdíl od suché nádrže není protékán vodním tokem, ale je vůči němu umístěn bočně. Retenční prostor se vodou plní buď otevřením nápuštěného objektu (v případě ovládaného objektu) nebo při překročení určité hladiny vody v toku (v případě neovladatelného objektu). Po odchodu povodňové vlny odtéká voda buď samovolně, nebo je po určitou stanovenou dobu zadržena a vypouštěna je až následně. V tom případě se pracuje s rizikem, že následná povodňová vlna může zastihnout poldr plný a tedy mimo funkci.

- Opatření je obvykle navrhováno pro celkové snížení průtoků a odtoků vody v korytě směrem dolů po toku a transformaci povodňové vlny.
- Efekt z hlediska prevence povodně je zřejmý a je hlavním cílem návrhu suchého poldru. Jeho velikost závisí na velikosti retenčního prostoru a manipulačním řádu poldru. Efekt z hlediska prevence sucha existuje pouze v případě, že v poldru je určité trvalé nadržené nebo že manipulační plán počítá s delším zdržením zachycené vody po povodni. Podobně jako v případě suché nádrže ale funkce protipovodňová a prevence sucha stojí proti sobě a vzájemný kompromis snižuje oba efekty.

Zásobní prostor ve vodní nádrži

- Zásobní prostor ve vodní nádrži (malé i velké) představuje základní funkci každé vodní nádrže (akumulovat vodu a následně s ní hospodařit a využívat ji). Jedná se o prostor zpravidla od úrovně spodní výpusti po korunu bezpečnostního přelivu (nestanoví-li manipulační řád jinak) a tento prostor představuje vodu nadržanou pro jakékoliv využití (zásobování vodou, rekreace, energetika, rybářství, závlahy, ...).
- Manipulační řád stanovuje, jakým způsobem se bude voda v nádrži využívat a tím jsou silně ovlivněny i efekty pro protipovodňovou ochranu a prevenci sucha.
- Efekt z hlediska prevence povodně je v případě zásobního prostoru nulový nebo jen minimální. U velkých nádrží s větším povodím a pomalým postupem povodňové vlny je možno manipulací část zásobního prostoru vyprázdnit a uvolnit tak pro zachycení povodňové vlny. Efekt z hlediska prevence sucha může být u tohoto typu nádrže zásadní, bude nicméně určen manipulačním řádem.

Retenční prostor ve vodní nádrži ovladatelný

- Ovladatelný retenční prostor ve vodní nádrži je představován prostorem nad hranou bezpečnostního přelivu až po přelivnou hranu pohyblivého uzávěru na koruně bezpečnostního přelivu. Ovladatelný retenční prostor se používá především pro manipulaci a transformaci (i retenci) cílené části povodňové vlny.
- Efekt z hlediska prevence povodně je zásadní a zařízení je za tímto účelem navrhováno. Míra významu je přesně definována a je kvantifikována z hlediska doby opakování povodně. Fakt z hlediska prevence sucha se může projevit tehdy, pokud manipulační plán umožní delší zadržení vody v retenčním prostoru a její následné využití v době přísušku. V opačném případě je efekt nulový.

Retenční prostor ve vodní nádrži neovladatelný

- Retenční prostor neovladatelný (v malé i velké vodní nádrži) je prostor mezi hladinou normálního nadržení (obvykle přelivná hrana nehrazeného bezpečnostního přelivu) a hladinou maximální. Tento prostor neslouží ke skutečné retenci (zadržení) vody, ale pouze transformaci průtoků s cílem ochránit hráz vodního díla a snížit kulminační průtok. Z toho vyplývají i funkce z hlediska povodně a sucha.
- Efekt z hlediska prevence povodně odpovídá návrhu a je závislý na poměru velikosti retenčního prostoru a objemu povodně. Orientačně platí, že pokud je velikost retenčního prostoru větší než $\frac{1}{3}$ objemu povodňové vlny, je transformační efekt významný. Význam z hlediska prevence sucha je zanedbatelný.

Závěr

Závěrem tohoto pojednání je možno konstatovat, že v oblasti prevence povodní a sucha neexistuje v podstatě univerzální nástroj ani opatření. Zřejmě je ale možno se shodnout, že sucho je svou podstatou nebezpečnější než povodeň a je proti němu mnohem složitější se bránit.

Z hlediska možných opatření – protipovodňová opatření jsou dobře zvládnuta a umíme je dimenzovat. Opatření proti suchu jsou v podstatě v plenkách a jediné, které umíme dobře navrhovat a pracovat s ním je výstavba a využití vodních nádrží. To je ale opatření nesmírně drahé a v současnosti i kontroverzní vzhledem k názoru veřejnosti a tedy obtížně prosaditelné. Současná praxe nám navíc ukazuje, že ne vždy tím bude problém vyřešen. V roce 2018 byla řada vodních nádrží v podstatě bez vody a nezbývalo než doufat, že zimní měsíce je opět naplní. Pochopitelně existuje možnost výstavby větších nádrží – pohybujeme se ale vždy na pomezí „cena/výkon“.

Přírodní funkce krajiny jsou velmi často podceňovány a bagatelizovány – podobně jako jsou odsuzovány vodní nádrže. Pravdou je, že přírodní retenční funkce krajiny lze jen těžko přesně kvantifikovat a v podstatě není možné je vyjádřit ve vztahu k době opakování jevu – což je nezbytné při ochraně životů, zdraví a majetku. Na druhou stranu, retenční kapacita půdy představuje v každém povodí řádově vyšší hodnotu, než velká vodní nádrž, která by se v takovém povodí dala postavit. Pádňým protiargumentem ale je, že vodu akumulovanou v nádrži mohu využívat podle svých potřeb, zatímco voda v ploše povodí v půdě a vegetaci není aktuálně dostupná a využitelná pro obyvatelstvo. Je ale dostupná pro rostliny, plodiny, podílí se na dotování vodních toků.

Odpověď proto, stejně jako v případě mnoha dalších otázek není a nemůže být jednoznačná – neexistuje jedna jediná správná odpověď stejně jako jeden jediný správný postup. Není možné vyvinout univerzální a dokonalé zařízení, konstrukci nebo postup, která vyřeší naše problémy s povodněmi i se suchem.

Je zkrátka nezbytné udržovat heterogenní krajinu s mnoha drobnými objekty, dostatkem zeleně a půdou v dobré kondici a k tomu pro pokrytí aktuálních potřeb a zajištění akutní ochrany budovat ve vhodných místech vodní nádrže.

Změna klimatu dnes již není diskutovaným tématem s otázkou „zda“, ale spíše „jak moc“. Podle nejpravděpodobnějších scénářů se pro naše území ohledně srážek nezmění dlouhodobé průměry, ale časové rozložení během roku, dojde ke snížení počtu srážkových epizod a s tím i nárůstu jejich intenzit. Čím intenzivnější srážka, tím vyšší je součinitel odtoku. Vyšší teploty zvyšují potřebu vody pro vegetaci i ztráty vody výparem. Nedokážeme ovlivnit kolik vody a kdy na naše území spadne, ale cestou do budoucna je jakýmkoliv způsobem ovlivnit kolik srážkové vody nám odečte bez užitku.

Poděkování:

Tento příspěvek shrnuje poznatky získané z velké části v rámci projektu Interreg Ziel 3 - STRIMAIL – č. 100282105