

Středočeský kraj

STŘEDOČESKÝ KRAJ

REGION UDRŽITELNÉHO HOSPODAŘENÍ S VODOU



Česká zemědělská
univerzita v Praze

Zpracovatel



Kamýcká 129 165 00 Praha – Suchdol
prof. Ing. Petr Sklenička, CSc., rektor

Odpovědný zástupce zpracovatelského týmu

Ing. Jakub Kleindienst, kvestor ČZU v Praze

Zpracovatelský tým

Ing. arch. Veronika Šindlerová, Ph.D.

Fakulta životního prostředí ČZU, Katedra plánování krajiny a sídel
Autorizovaná architektka ČKA pro obor architektura č. 04 019

Ing. Vojtěch Novotný, Ph.D.

Fakulta životního prostředí ČZU e, Katedra plánování krajiny a sídel

Ing. Daniel Franke, Ph.D.

Fakulta životního prostředí ČZU, Katedra plánování krajiny a sídel

Ing. Václav Hradilek

Fakulta životního prostředí ČZU, Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Ing. Petr Bašta

Fakulta životního prostředí ČZU, Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Doc. Ing. Václav Brant, CSc.

Fakulta agrobiologie ČZU, potravinových a přírodních zdrojů, Katedra agroekologie a biometeorologie



**KONCEPCE
UDRŽITELNÉHO
HOSPODAŘENÍ
S VODOU V KRAJINĚ**

Úvod

Niva je rovinaté území v těsném kontaktu s vodním tokem, které je jím periodicky zaplavováno a v kterém tok přirozeně meandruje a vytváří tak svou silou nekončící proces života nivy. Je to území cenné z pohledu hydrologie, ekologie a druhové rozmanitosti. Přirozené nivy jsou ve středočeské krajině zastoupeny velice málo a jsou většinou chráněny. Nivy, které je třeba vymezit a chránit je jako významný krajinný prvek jsou často zorněné, tok je v nich napřímen a dochází v nich k tlaku na novou zástavbu, a to především v aglomeracích velkých měst. Takové nivy pak postrádají svou hydrologickou funkci, která je v současné době klimatické změny stále častěji akcentována. Těmito funkcemi jsou transformace povodňové vlny, tedy snížení negativních vlivů povodně a přirozená zadrž a postupné uvolňování vody v době sucha.

Místa, která se nacházejí v blízkosti vodního toku, avšak nespádají do definice nivy tzn. nedochází v těchto místech k typickému hydro-geomorfologickému fluvialnímu cyklu, je také potřeba chránit. Důvod ochrany je daný především ekologickou, krajinnotvornou a protierozní funkcí toku a vyplývá z významnosti vodního toku, jeho ochrany a správy. Z těchto důvodů byla definována ochranná oblast kolem vodních toků s názvem „vztahová zóna vodních toků a vodních ploch“. Tato zóna definuje minimální území kolem vodních toků a pramenišť, kde vodní tok ovlivňuje své okolí, a je tímto územím také zpětně ovlivňováno. Stanovení takovéto vztahové ochranné zóny je žádoucí s přihlédnutím k faktu, že především u menších toků je do toků nevhodně zasahováno, například orbou či zatrubněním.

Kritické body alokují místa se závažnou měrou povodňového rizika při krátkodobých lokálních příválových srážkách. Takovéto srážky způsobují povodně, jež jsou velmi nahodilé, mohou se vyskytnout teoreticky na celém území státu, vyznačují se omezenou nebo málo přesnou časoprostorovou predikcí vypadnutí příčinných srážek a rozsah jimi zasaženého území je velmi lokální, zesilovaný nesprávným způsobem užívání území, zejména v zemědělství. Identifikace kritických bodů a jejich sběrných ploch (povodí) je tedy klíčová pro varovný systém před potenciálními dopady povodňového nebezpečí a rovněž pro návrh protipovodňových opatření v ploše povodí.

Praxe

Zatím bylo provedeno vymezení nivy a vztahové zóny vodních toků a ploch na území ORP Černošice v rámci Územní studie krajiny SO ORP Černošice (ČZU v Praze, 2019), a to především na základě dat digitálního modelu reliéfu ČR 5. generace (DMR), polygonové vrstvy hlavních půdních jednotek (HPJ), vodních toků a nádrží a konsolidované vrstvy ekosystémů (KVES). V současné době byl tento postup aplikován, doplněn a rozšířen na území Středočeského kraje. Na základě zkušeností ze zájmového území SO ORP Černošice a s přihlédnutím k rozmanité geomorfologické situaci celého Středočeského kraje byly implementovány nové statistické metody pro vymezení hranice rovin majících klíčový vliv pro definici výše zmíněných oblastí, a to na základě iterativních výpočtů a místního šetření.

Koncepce udržitelného hospodaření s vodou v krajině

METODICKÝ POSTUP STANOVENÍ KRITICKÝCH BODŮ NA VODNÍCH TOCÍCH **D.1**

Základním datovým podkladem je model terénu. Dle metodiky ČHMÚ byl pro tento účel využíván digitální model terénu s rozlišením 10 x 10 m vytvořený interpolační technikou na základě vrstevnic ZABAGED. V rámci stanovení kritických bodů pro Středočeský kraj byl nyní využit model terénu interpolovaný z bodového mračna DMR interpolační metodou IDW v rozlišení 1 x 1 m (rovněž využitý pro vymezení niv a vztahových zón vodních toků) a jde tedy o výrazně přesnější datový podklad. Na DMR byla následně aplikována funkce Fill pro vytvoření tzv. hydrologicky korektního digitálního modelu terénu pro účely následné digitální hydrologické analýzy území. Souběžně s tím byla vyhodnocena sklonitost terénu (funkce Slope).

V první fázi samotné hydrologické analýzy území byla funkcí Flow Direction vytvořena mapa směrů odtoku. Dle metodiky ČHMÚ je pro tento účel využíván odtokový algoritmus "D8", u kterého každá buňka rastru této mapy nese informaci o jednom z osmi přípustných směrů odtoku. Tento směr je definován dle největšího spádu každé buňky rastru k jedné z osmi okolních buněk, té nejnižší položené. V předkládané studii Středočeského kraje byl použit inovativní přístup aplikací odtokového algoritmu "D Infinity", který vyhodnocuje sklonitost terénu v okolí každé buňky komplexnějším způsobem a neomezuje tak směr odtoku jen na kardinální a diagonální směry, nýbrž do spojitého spektra hodnot 0–360°. Vyhodnocené směry pohybu povrchového odtoku jsou tak realističtější.

Následující fází hydrologické analýzy území byla aplikace funkce Flow Accumulation, která na základě mapy vyhodnocených směrů odtoku v území generuje rastr akumulace odtoku. Každá buňka rastru tedy nese informaci o tom, jak velká sběrná plocha do ní přispívá svým odtokem, a tedy přeneseně, jak velké množství vody se v ní akumuluje. To je základem pro stanovení hydrografické mikrosítě drah soustředěného povrchového odtoku v závislosti na rozloze přispívající plochy. I zde byl v návaznosti na směry odtoku aplikován algoritmus "D Infinity", který v kontextu této funkce umožňuje (na rozdíl od "D8") divergenci odtokových linií a výsledná mikrosítě drah soustředěného odtoku tak lépe vystihuje skutečnost. Pro účely identifikace kritických bodů byla dle metodiky ČHMÚ stanovena prahová hodnota minimální rozlohy přispívající plochy, která už může způsobit lokální přívalovou povodeň, 0,3 km².

Kritické body se alokují do míst, kde takto vygenerované linie drah soustředěného odtoku vnikají do intravilánu obcí. Kritický bod je tedy určen průsečíkem hranice intravilánu obce s linií dráhy soustředěného odtoku s velikostí přispívající plochy alespoň 0,3 km². Z hlediska plošného rozsahu příčinné srážkové události, která zpravidla zasáhne jen lokální území, byly dále uvažovány jen ty kritické body, jejichž přispívající plocha zároveň nepřesáhne velikost rozlohy 10 km².

K takto identifikovaným kritickým bodům byly aplikací funkce Watershed na základě vyhodnocených směrů odtoku následně vymezeny orografické rozvodnice, tj. polygony sběrných ploch, a jejich rozlohy. Na základě předem vyhodnoceného rastru sklonitosti terénu (viz výše) byla poté pomocí zonální statistiky pro každou sběrnou plochu vyhodnocena její průměrná sklonitost terénu jakožto faktor, který má přímý vliv na soustředěný odtok. Další faktor s významným vlivem na potenciální dopady povodní z přívalových srážek bývá označován způsob využití území, zejména vyšší podíl orné půdy. Nicméně na základě následných analýz ČHMÚ na modelových povodích byly zjištěny škody i z ploch povodí s nízkým zastoupením orné půdy, případně ploch zcela zalesněných. V návaznosti na toto zjištění byl doporučen výběr kritických bodů

s rozlohou přispívající plochy 0,3–10 km² a současně s průměrným sklonem nad 5 %, resp. pro ornou půdu 3,5 %.

Pro další etapu řešení připravujeme doplnění sady kritických bodů a jejich přispívajících ploch vymezených také pro zastavitelné území (nejen zastavěné), což bude užitečné pro posouzení vhodnosti dané území zastavět či nikoli.

Koncepce udržitelného hospodaření s vodou v krajině

METODICKÝ POSTUP STANOVENÍ FUNKČNÍ POTENCIÁLNÍ NIVY

D.2a

Z bodového mračka digitálního modelu reliéfu (DMR) byl vytvořen rastrový podklad pomocí interpolace váženým průměrem vstupních hodnot na základě inverzních vzdáleností (IDW) v rozlišení 1 x 1 m. S ohledem na tak rozsáhlé území a podrobnost prostorové informace bylo pro následující kroky nezbytné výsledný digitální model terénu spravovat prostřednictvím tzv. mozaiky jednotlivých kladů listů DMR.

Území Středočeského kraje bylo následně regionalizováno na dílčí území dle příslušnosti k povodím III. řádu, v hraničních oblastech kraje pak s ořezem na rozvodnice povodí IV. řádu. Tím vzniklo 32 dílčích celků, které pokrývají celé území kraje s přesahem respektujícím hranice povodí IV. řádu, neboť z podstaty hydrologické analýzy území je potřeba počítat s územím, které hydrologicky přispívá do zájmového území.

V dalším kroku byly pomocí fokální statistiky vybrány z rastru rovinné plochy charakteristické pro nivu a vztahové zóny vodních toků. Byly aplikovány různé sestavy kritérií fokálního hodnocení reliéfu povrchu a výběru území splňujícího míru rovinnosti: nejprve byly selektovány lokality vymezené jako čtverec o délce hrany 14 m a 10 m a dále kruh s poloměrem 10 m a 7 m; v dalším kroku byla na takto vymezených lokalitách postupně posuzováno splnění či nesplnění podmínky maximálního povoleného převýšení 1 m, 2 m a 3 m. Ve třetím kroku byla následně na základě porovnávání se sklonem terénu vybrána sestava posuzování roviny na kruhové ploše s poloměrem 10 m a prahovou hodnotou maximálního převýšení 1 m, která splňuje podmínku plochy se sklonem do 5 % (2,8°). Plochy do výše zmíněného sklonu nazýváme rovinami.

Pro vlastní vymezení říčních funkčních niv byla dále posuzována půda, a to na základě BPEJ, konkrétně hlavní půdní jednotky (HPJ) nesoucí informaci o hydrologické skupině půd. Byly vybrány ty skupiny půdních typů, které odrážejí vývoj půdy ve vztahu k vodnímu toku a mají sklon k převlhčení. Pokud se na rovinatých plochách vymezených na základě předešlé analýzy DMR (viz výše) vyskytují některé z následujících půdních typů, jsou tyto lokality nadále zpracovávány jako potenciální funkční nivy. Těmito typy půd jsou obecně: fluvizemě (FL), gleje (PG, SG, GL), regozemě (RG), černice (CC), lužní půdy (LP), koluvizem (KO), a dále obecně subtypy q – glejový a f – fluvický.

Konkrétně byly vybrány: Fluvizemě psefitické, arenické stratifikované, černice arenické i pararendziny arenické na lehkých nivních uloženinách, často s podložím teras, zpravidla písčité, vysušné; Fluvizemě modální eubazické až mezobazické, fluvizemě kambické, koluvizemě modální na nivních uloženinách, často s podložím teras, středně těžké lehčí až středně těžké, zpravidla bez skeletu, vláhově příznivé; Fluvizemě pelické a kambické eubazické až mezobazické na těžkých nivních uloženinách, až velmi těžké, bez skeletu, příznivé vlhkostní poměry až převlhčení; Fluvizemě glejové na nivních uloženinách, popřípadě s podložím teras, středně těžké nebo středně těžké lehčí, pouze slabě skeletovité, hladina vody níže 1 m, vláhové poměry po odvodnění příznivé; Fluvizemě glejové na nivních uloženinách, těžké i velmi těžké, bez skeletu, vláhové poměry nepříznivé, vyžadují regulaci vodního režimu;

Černice modální i černice modální karbonátové a černice arenické na nivních uloženinách, spraši i sprašových hlínách, středně těžké, bez skeletu, příznivé vláhové podmínky až mírně vlhčí; Černice pelické i černice pelické karbonátové na nivních uloženinách, sprašových hlínách, spraších, jílech i slínech, těžké i velmi těžké, bez skeletu, sklon k převlhčení; Černice glejové, černice glejové karbonátové na nivních uloženinách, spraši i sprašových hlínách, středně těžké i lehčí, bez skeletu, dočasně

zamokřený spodní vodou kolísající v hloubce 0,5 - 1 m; Černice pelické glejové i karbonátové na nivních uloženinách, jílech a slínech, těžké a velmi těžké, bez skeletu, nepříznivé vláhové poměry v důsledku vysoké hladiny spodní vody;

Gleje modální, stagnogleje modální a gleje fluvické na svahových hlínách, nivních uloženinách, jílovitých a slinitých materiálech, zkulturněné, s upraveným vodním režimem, středně těžké až velmi těžké, bez skeletu nebo slabě skeletovité; Gleje akvické, histické, modální zrašelinělé, organozemě glejové na nivních uloženinách, svahovinách, horninách limnického terciéru i flyše, lehké až velmi těžké s vyšším obsahem organických látek, vlhčí než HPJ 64; a hydromorfní půdy s výjimkou zkulturněných půd, které jsou charakteristické pro lokality při vodních tocích tzn: Gleje modální na různých substrátech často vrstevnatě uložených, v polohách širokých depresí a rovinných celků, středně těžké až těžké, při vodních tocích závislé na výšce hladiny toku, zaplavované, těžko odvodnitelné; Gleje modální i modální zrašelinělé, gleje histické, černice glejové zrašelinělé na nivních uloženinách v okolí menších vodních toků, půdy úzkých depresí včetně svahů, obtížně vymezenitelné, středně těžké až velmi těžké, nepříznivý vodní režim; Gleje akvické, gleje akvické zrašeliněné a gleje histické na nivních uloženinách nebo svahovinách, převážně těžké, výrazně zamokřené, půdy depresí a rovinných celků; Gleje modální, gleje fluvické a fluvizemě glejové na nivních uloženinách, popřípadě s podložím teras, při terasových částech širokých niv, středně těžké až velmi těžké, při zvýšené hladině vody v toku trpí záplavami; Gleje fluvické, fluvizemě glejové, stejných vlastností jako HPJ 70, avšak výrazně vlhčí při terasových částech úzkých niv; Gleje fluvické zrašelinělé a gleje fluvické histické na nivních uloženinách, středně těžké až velmi těžké, trvale pod vlivem hladiny vody v toku.

Vedle půdních vlastností byl posuzován také půdní pokryv na základě konsolidované vrstvy ekosystémů (KVES). Pokud je na rovinatých plochách vymezených na základě předešlé analýzy DMR doložen výskyt vhodných půdních typů (viz výše) a zároveň se zde vyskytuje krajinný pokryv třídy KVES (1) lužní a mokřadní lesy a (2) bažina, močál, jsou tyto lokality zahrnuty do klasifikace s názvem funkční niva. Posuzována byla též třída KVES aluviální vlhké louky, nicméně na základě expertního posouzení tato třída do fungující nivy zařazena nebyla, a to především z důvodu častého výskytu daného ekosystému ve značné vzdálenosti vodního toku na geomorfologické vyvýšenině.

Koncepce udržitelného hospodaření s vodou v krajině

METODICKÝ POSTUP STANOVENÍ VZTAHOVÉ ZÓNY VODNÍCH TOKŮ A PLOCH D.2b

První část metodiky vymezení vztahové zóny vodních toků je shodná s kroky aplikovanými pro vymezení funkční nivy. Jedná se o sestavení rastrového modelu terénu DMR interpolací IDW, regionalizace území Středočeského kraje a dále vymezení rovinatých ploch prostřednictvím fokální statistiky DMR.

Výběr půdních typů typických pro vztahovou zónu vodních toků proběhl obdobným způsobem, jako u funkční nivy, a to na základě BPEJ, respektive HPJ. Opět byly vybrány skupiny půdních typů, které odrážejí vývoj půdy ve vztahu k vodnímu toku a mají sklon k převlhčení, ale samotný výběr byl v tomto případě širší. Daná lokalita byla nadále zpracovávána jako potenciální vztahová zóna tehdy, pokud se na rovinatých plochách vymezených na základě předešlé analýzy DMR vyskytovaly následující typy půd: fluvizem černá (HPJ = 5), fluvizem hnědá (HPJ = 13), šterkopísky (HPJ = 21), fluvizem modální (HPJ = 22),

Pseudogleje modální, pseudogleje luvické, kambizemě oglejené na svahových (polygenetických) hlínách, středně těžké, ve spodině těžší až středně skeletovité, se sklonem k dočasnému zamokření;

Kambizemě oglejené, rendziny kambické oglejené, pararendziny kambické oglejené a pseudogleje modální na opukách, břidlicích, permokarbonu nebo flyši, středně těžké lehčí až středně těžké, bez skeletu až středně skeletovité, se sklonem k dočasnému, převážně jarnímu zamokření; Kambizemě oglejené a pseudogleje modální na žulách, rulách a jiných pevných horninách (které nejsou v HPJ 48,49), středně těžké lehčí až středně těžké, slabě až středně skeletovité, se sklonem k dočasnému zamokření; Kambizemě oglejené a pseudoglej modální na zahliněných šterkopíscích, terasách a morénách, zrnitostně lehké nebo středně těžké lehčí, bez skeletu až středně skeletovité, s nepravidelným vodním režimem závislým na srážkách

V další fázi projektu je zvažována možnost využití informace z HPJ, u kterých je jejich geneze také ovlivněna vodním tokem nicméně toto ovlivnění sahá hlouběji do historie. Jde zejména o HPJ fluvizem černá, fluvizem hnědá, fluvizem modální a šterkopísky. U těchto HPJ nicméně bude muset dále dojít k vyfiltrování míst již historicky odtržených od toku z důvodu geneze toku samotného.

Dále byl posuzován půdní pokryv na základě konsolidované vrstvy ekosystémů (KVES). Pokud byl na rovinatých plochách vymezených na základě předešlé analýzy DMR alokován výskyt vhodných půdních typů (viz výše) a zároveň také vhodná třída KVES, byly tyto lokality klasifikovány jako vztahová zóna vodních toků. Vhodnými třídami KVES zde jsou: (1) aluviální vlhké louky, (2) lužní a mokřadní lesy, (3) makrofytická vegetace stojatých vod, (4) mokřady s pobřežní vegetací, (5) rašeliniště a prameniště (6) bažina, močál.

V průběhu přípravy výstupů byly zjištěny chyby v datech vstupní vrstvě KVES, kdy jsou některé polygony nepřesné. Byla provedena manuální identifikace nepřesných polygonu, avšak s přihlédnutím k velikosti území je možné, že některé chyby nebyly odhaleny. Výsledná kvalita výstupu může být tedy zatížena touto chybou.

U vztahových zón vodních toků bylo k takto vymezenému území následně přidáno navíc ještě území (obalovou zónu – "buffer") do vzdálenosti 10 m, 8 m, nebo 6 m od břehové čáry v závislosti na významnosti vodního toku. Vzdálenosti těchto tzv. ochranných zón vodních toků vychází z Vodního zákona č. 254/2001 Sb. Z důvodu zřetelné vizualizace

této ochranné zóny kolem vodního toku byla vzdálenost od břehové čáry v konečné iteraci procesu vymezování vztahových zón navýšena komplexně na jednotných 20 m.

Niva a vztahová zóna vodního toku se místy překrývají a doplňují se. Vztahová zóna vodního toku definuje ochrannou zónu vodního toku, a to především z důvodu ochrany drobných vodních toků, které nemají morfologicky vyvinutou nivu a nedochází u nich k periodickému zaplavování okolí. Drobné vodní toky, které jsou často uměle napřímené, rychle odvádí vodu z území. Intenzivní zemědělství často nerespektuje tyto vodní toky a hospodaří se až na úroveň břehové čáry, což spolu s rychlým odtokem zvyšuje schopnost toku unášet sedimenty dále po toku. Vztahová zóna vymezuje území, kde by k intenzivnímu hospodaření nemělo docházet. Vedle toho také definuje území, která jsou historicky spjata s vodními toky. Toto je možné odvodit od typu půdy, která se v oblasti vyskytuje.