


ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

Těšnov 65/17, 117 05 Praha 1, tel.: +420 221 812 400, e-mail: cazv @cazv.cz, www.cazv.cz

Přínos vodního hospodářství

Tento článek je dalším dílem seriálu prezentace jednotlivých odborů ČAZV z oblasti výzkumu podporující zemědělskou praxi. Oblast vodního, jako i lesního hospodářství dlouhodobě tvoří jednotný celek se zemědělstvím, i když jejich vliv na tradiční zemědělskou produkci je spíše sekundární. Rovněž tomu tak je i s výzkumem a jeho transferem do zemědělské praxe.

Pro názornost, sekundární podpora oboru vodního hospodářství pro zemědělskou produkci je např. výzkum a realizace opatření proti erozi půdy extrémními srážkami, zadrženi vody v krajině jak v půdním profilu, tak v různých nádržích s volnou hladinou vody pro zmírnění dopadu extrémního sucha, ale v neposlední řadě také udržení kvality pitné vody.

Obor vodního hospodářství při ČAZV má tři sekce, které se uveřejňují v tomto článku seznámit čtenáře s několika vybranými výzkumnými projekty a jejich výsledky. Jedná se o sekce Vodohospodářský významné toky a vodní díla, Voda v krajině a Vodárenství, stokování a čistění.

Infiltrace vody do půdy během přivalových srážek

Projekt NAZV – QJ1220050 (Posílení infiltračních procesů regulací odtoku vod z malých povodí) mimo jiné poskytl výsledek, cílený na předpovědní a varovné systémy rizik tvorby povrchového odtoku a následných povodňových událostí během přivalových srážek. Zařízení vzniklo na půdě VÚMOP, v. v. i., a chráněno je užitnými vzory UV23245 a UV26615, odbočenými z přírodního toku. Výměra zařízení je realizována ve spolupráci s firmou ADCIS, s. r. o.

Infiltrace dešťových srážek povrchem půdy je klíčovým procesem v rámci fungování předpovědních a varovných protipovodňových systémů, neboť předurčuje podmínky generování povrchového odtoku a kvantifikaci rizik tohoto jevu v souvislosti s intenzitou a dobou trvání srážek. V případě vyhlášení protipovodňových opatření je v podmínkách malých povodí reakční doba velmi krátká, zpravidla v řádu desítek minut. Pokud tedy lze provádět měření bezprostředně před příčinnou srážkou, vytvoří se časový náskok, který umožní soustředit pozornost na probíhající či predikovaný srážkový proces.

Schopnost půdy infiltrovat efektivní srážku se přitom mění v závislosti na charakteru povrchu i aktuální hydrologické situaci, zejména na zaplnění půdních porů vodou – tj. na aktuální vlhkosti půdy. Tyto podmínky následně ovlivňují i filtraci vody půdním profilem a celý srážkoodtokový proces v rámci pozemku a dílčího povodí. Jakékoli snižování infiltrační schopnosti povrchu pozemku vede ke zvyšování rizika tvorby povrchového odtoku, vodní eroze a povodní.

Realizované řešení sdružuje vlastnosti dešťového simulátoru s volitelnou intenzitou zadržování odpovídající reálné srážce a výtopovému infiltratoru. Výsledkem zkoušky je jednoznačný údaj (doba výtopy), případně výstražná, které lze přímo distribuovat informačními systémy (např. formou SMS zprávy odeslané do dispečinku). Dobou výtopy je čas, do který počítáme od začátku srážky k vytvoření povrchového odtoku.

Vlastní testování povrchu pro vodní kritického pozemku se provádí

v pravidelných nebo nepravidelných časových intervalech (1x týdně, denně apod.), nebo nejlépe řízeným spuštěním testu pouze v případě rizika výskytu srážek, kdy lze přihlídnout i k aktuálnímu vývoji meteorologické situace a podle toho upravit parametry testování (výběr vhodné testovací srážky). Porovnává se doba výtopy s dobou trvání testovacího deště, případně se porovnávají úhrny a intenzity deště, resp. infiltrační schopnosti půdy. Tento postup výrazně zkrátí čas mezi pozorovanou příčinou, kterou je aktuálně naměřená srážka, a odůvodněným rozhodnutím krizového managementu. Měřenou srážku lze vyhodnotit jako kritickou, pokud je doba výtopy kratší než doba trvání testovacího deště, nebo jako málo rizikovou, pokud nebyla v průběhu testování překročena infiltrační schopnost půdy. Vyhlášené varování lze korigovat daty o průběhu aktuálně měřené srážky, což umožňuje riziko potvrdit bezprostředně po skončení srážky, nebo ještě v jejím průběhu.

Technické řešení lze využít jako infiltrační čidlo varovných systémů i jako autonomní přístroj pro testování hydrofyzikálních vlastností půd (infiltrace, resp. propustnost půdních vrstev pro vodu). Pro další zvýšení užité hodnoty přístroje a univerzálnost použití byly externí části zařízení modifikovány také jako zemní sonda, která může plnit funkci propustoměru, založeného na principu plnění, resp. čerpané sondy s udržovanou konstantní hladinou v sondě. Zařízení může být použito také pro laboratorní měření hydraulické vodivosti odebraných neporušených vzorků půdy.

Infiltrimetr je určen pro měření infiltračního potenciálu půdy v terénu, v podmínkách aktuální meteorologické a hydrologické situace. Z výsledků měření lze odvodit kritické parametry deště, který s danou pravděpodobností vyvolá na konkrétním stanovišti povrchový odtok, jenž je rizikový jednak z hlediska rozvoje erozních procesů, jednak z hlediska tvorby povodně na malém povodí.

Bezpečná pitná voda

Projekt ČVUT – SGS – rizika při zásobování pitnou vodou od zdroje ke spotřebiteli

Při realizaci výzkumu, který byl podporován Ministerstvem zemědělství, konkrétně pak výzkumem pod agenturou NAZV při řešení projektu 1G58052, bylo možné vytýkat a navrhnout řadu celkových i dílčích opatření, která se týkala navrhování, provozu a rekonstrukce vodojemů. Výsledkem bylo technické doporučení a nová ČSN. Výzkumem se zabývala tři významná pracoviště: VÚV TGM v Praze pod vedením Ing. Jany Hubáčkové, ČSc., VŠCHT v Praze – pod vedením doc. RNDr. Jany Řihové Ambrožové, Ph.D., a pracoviště ČVUT v Praze, Fakulta stavební pod vedením doc. Ing. Ivy Čihákové, ČSc.

Kvalitu pitné vody ve vodojemech (VD) je třeba sledovat také z hlediska stavebnětechnického, technologického a hydraulického, a to při projektování, při provozu a re-

konstrukci VD. V objektech vstupů do VD, manipulačních komorách a akumulčních nádržích vodojemu je vhodné sledovat stavební konstrukce a prvky, jejich provedení a kvalitu. V rámci řešení projektu 1G58052 agentury NAZV MZe ČR bylo sledováno několik vodojemů v různých lokalitách ČR a faktory, které se mohou podílet na vlivu těchto objektů na jakost pitné vody po dobu tří let. V laboratorii byl sestaven model vodojemu, kde bylo sledováno vzájemné ovlivňování vtoku a odběru v vodojemu a hydraulické poměry během plnění a prázdnění.

Technické a stavební uspořádání VD je nutné sledovat jako celek, od vstupů do VD, do manipulačních komor a nádrží vodojemu přes stav konstrukce, jak vnějších, tak i vnitřních prostor až po hydraulické uspořádání vtokových a odběrných potrubí. Neméně důležitý je i stav okolí vodojemu, zajištění čistoty a úprav, včetně posekání a odvozu trávy, aby nemohlo dojít ke znečištění suchými zbytky, plísními a prachem. Je třeba udržovat stavby a okolí vodojemu tak, aby na něm a v jeho bezprostřední blízkosti nerostly dřeviny, jejichž kořeny mohou poškodit železobetonovou konstrukci VD, narušit stabilitu konstrukce nebo izolace VD. Byla provedena kontrola stavu konstrukce VD z hlediska technického stavu a vlhkosti konstrukce.

Vzhledem k evropské legislativě, kde je pitná voda zařazena mezi potraviny, je nutné dodržovat obdobná opatření k zajištění její kvality jako při výrobě potravin, tzn. mimo jiné zajistit čisté prostředí při její výrobě a distribuci. Z tohoto hlediska je důležité sledovat bezpečnost prostředí v manipulační komoře – nevyhovující jsou hrubé betonové podlahy a poškozené omítky v manipulační komoře, dále vlhkost a osvětlení, které se mohou podílet na vzniku plísní na stěnách. Je nezbytné dostatečně, zabezpečené větrání (vícenásobný filtr) a omezení osvětlení denním světlem. Nutné je také sledovat stav potrubí vzhledem k nětěsnostem a možnostem koroze.

Nádrž vodojemu ovlivňuje kvalitu akumulované vody jednak z hlediska stavu konstrukcí a použitého materiálu a jednak z hydraulického hlediska proudění vody ve vodojemu a tím možnost vzniku tzv. mrtvých koutů, tedy míst, kde nedochází k obměně a pohybu vody.

Je třeba sledovat stav stěn v nádrži, sediment na dně, stav stropu z hlediska vlhkosti a konstrukce. V akumulčních nádržích vodojemu je potrubí přítokové, odběrové a výpustné a potrubí od bezpečnostního přelivu, popř. potrubí spojující více nádrží vodojemu, potrubí pro dávkování chemikálií, pro odběr vzorků vody z označených míst, potrubí pro rozvod vody na mytí vodojemu. U výpustného potrubí je nutná kontrola, zda nedochází k zpětnému vzduchu a pronikání zápachu z okolního prostředí nebo z kanalizace.

Proudění a výměna vody ve vodojemu závisí na umístění přítokového a odběrného potrubí, na velikos-

ti akumulční nádrže vodojemu, na manipulačním režimu maximálních a minimálních hladin, na přítokové rychlosti a množství odebrané vody. Výměnu vody, v případě již realizovaných velkých zemních nádrží, je nutné řešit při zpracování projektové dokumentace pro rekonstrukci nádrže. Jde zejména o úpravu polohy přítokového a odběrného potrubí tak, aby probíhala funkční výměna vody v akumulaci. Příkladem je půdorysné umístění na protilehlých stranách, opačné umístění výškové, dále natočení koncové části přítokového potrubí i v případě pozitivních tlakových možností, úprava zakončení potrubí pod hladinou do tvaru trysky. Další možností ovlivnění výměny vody je zásah do manipulačních ráďů, který však musí být předem naplánován, dokumentován a vyhodnocen.

Pozemkovými úpravami ke snížení vodní eroze

Vodní eroze představuje celosvětový problém. V současné době je na světě 450 mil. ha zemědělské půdy zničeno erozí. Vodní eroze se vyskytuje na téměř 36 % rozlohy České republiky. Proces eroze je ovlivňován činností člověka jak v pozitivním, tak především v negativním smyslu. Protierozní opatření podporují ekologickou stabilitu krajiny a pozitivně ovlivňuje přírodní, estetické a kulturní hodnoty.

Pozemkové úpravy představují komplexní nástroj k prostorovému a funkčnímu uspořádání pozemků, jejich scelování a dělení za účelem jejich zpřístupnění a využívání, vyrovnání hranic a vytvoření podmínek pro racionální hospodaření. Současně pozemkové úpravy tvoří podmínky pro zlepšování životního prostředí, ochranu přírodních zdrojů, vodní hospodářství, zvyšování ekologické stability krajiny.

Erozní proces byl v konkrétním zemědělském podniku hodnocen podle metodiky USLE (Universal Soil Loss Equation), prezentované Wischmeierem a Smithem v roce 1978. Metodika je založena na předpokladu, že intenzita vodní eroze závisí na povrchovém odtoku a charakteristice dešťových událostí, půdních podmínkách, morfologii terénu, vegetačních poměrech a způsobu obdělávání půdy. Míra vodní eroze je vyjádřena jako průměrná dlouhodobá ztráta půdy. Vstupní data byla analyzována a zpracována v CAD systémech (Autodesk AutoCAD Civil 3D) a geoinformačních systémech (ESRI ArcGIS Desktop).

Hodnota faktoru erozní účinnosti (R) byla převzata z nejbližší hydro-meteorologické stanice, a to 20 MJ.ha⁻¹.cm.h⁻¹. Hodnoty dovolené více nádrží vodojemu, potrubí pro dávkování chemikálií, pro odběr vzorků vody z označených míst, potrubí pro rozvod vody na mytí vodojemu. U výpustného potrubí je nutná kontrola, zda nedochází k zpětnému vzduchu a pronikání zápachu z okolního prostředí nebo z kanalizace.

Proudění a výměna vody ve vodojemu závisí na umístění přítokového a odběrného potrubí, na velikos-

(tzn. topografická klasifikace), expozice a analýza povodí. Rozloha řešeného katastrálního území byla 240 ha. Střední nadmořská výška lokality je 251,5 m a střední sklon terénu je 5,14 %. Na základě DMT byly rovněž stanoveny faktory délky svahu a sklonu (L, S).

Faktor ochranného vlivu vegetace (C) byl určen na základě analýzy využití území (land use) a terénního průzkumu. Dále byl proveden rozbor aktuálně používaných osevnických postupů. V době řešení studie v osevnických postupech převládalo pěstování širokořádkových plodin (převážně kukuřice). Pokud porovnáme získané poznatky s topografickou klasifikací, lze předpokládat zvýšené působení erozního procesu a zvýšený objem ztráty půdy. Horní limity dovolené průměrné roční ztráty podle příslušných směrníc jsou tabelizovány.

Celé území bylo hodnoceno pomocí metodiky USLE a výsledky potvrdily předpoklad příznivých podmínek pro vznik a rozvoj vodní eroze. Nadměrná ztráta půdy, způsobená vodní erozí, byla zjištěna na ploše 32 ha. Problémové lokality byly zjištěny v místech s nevhodnými osevnickými postupy, nebo na dlouhých a sklonitých svazích. Následně byla navržena protierozní opatření na ohrožených pozemcích. Kromě toho byla opatření navržena v několika navazujících, souvisejících úrovních.

Navržená organizační protierozní opatření zahrnovala optimalizaci rozlohy a tvaru pozemků s ohledem na zkrácení spádnic. Opatření zabírají rozvoji soustředěného odtoku vody. Pozornost byla věnována především vegetačnímu pokryvu, respektive modifikaci výsledné hodnoty faktoru C. V oblasti nejprudších svahů byly tudíž navrženy trvalé travní porosty (TTP) v celkové rozloze 0,8 ha. Na zbývajících plochách s vysokou sklonitostí byly navrženy protierozní osevnické postupy (celkové 19,4 ha). Jako vhodné plodiny zde byly doporučeny vojtěška, pšenice, ječmen, řepka a mák v různých kombinacích v rámci osevnických postupů. Plodiny mohou být nahrazeny jinými přijatelnými obilninami nebo luštěninami. Naopak pěstování širokořádkových plodin nebylo doporučeno.

Agrotechnologická protierozní opatření se týkala optimalizace prací na zemědělských pozemcích. Na celém území bylo doporučeno vrstevnicové obdělávání půdy. Dále bylo navrženo setí do strniště a pěstování ochranných plodin mezi pásy širokořádkových plodin jako efektivní protierozní opatření.

Biotechnická protierozní opatření představují klíčovou ochranu, která sestává jak z organizačních, tak z agrotechnologických opatření. Všeobecná ochrana byla zaměřena na následující základní cíle: podpora infiltrace, zabránění soustředěnému povrchovému odtoku a zpomalení odtoku. Biotechnická opatření zajišťují protierozní, estetické a ekologické funkce v krajině. Základním opatřením byl návrh travních potenciální hydrografické sítě při uvažovaných dešťových událostech. Biotechnická opatření obvykle zahrnují protierozní hrázky, příkopy, vodní nádrže, vrstevnicové zasakovací průlehy, infiltrační pásy a obnovu přirozených drah povrchového odtoku. V řešeném území byly navrženy liniové prvky, a to kombinace protierozních hrázek s vrstevnicovými průlehy. Prvky byly umístěny tak, aby došlo k systematickému přerušení dlouhých a sklonitých svazitých ploch s ohledem na maximální délku spádnic podle metodiky, tudíž se zabránilo vzniku soustředěného povrchového odtoku.

Zasakovací průleh je navržen jako mělký výkop s nízkým náspem, jehož vybudování je předpokládáno

pouze příčným přehozem za účelem minimalizace objemu zemních prací. Celková šířka stavby je závislá na konkrétním sklonu svahu. Takto navržená stavba disponuje určitým retenčním prostorem, který lze vyjádřit v jednotkách objemu zadržené vody k délce průlehu. Maximální kapacita v konkrétních podmínkách dosahovala 1,8 m³ na 1 bm průlehu v místech sklonitých svahů.

Důležitou součástí zasakovacích průlehů je jejich osetí vhodnou protierozní travní směsí. Dále byla navržena výsadba autochtonních druhů stromů a keřů v místě hrázky. Ty by měly splňovat požadavky především na schopnost vysoké transpirace, což ve výsledku napomáhá rychlé infiltraci zadržené vody v přilehlém průlehu. Navržená vegetace bude také doplňovat strukturu ekologické stability, esteticky působit v krajině a sloužit jako refugium pro faunu. Mezi navržené druhy patří dub letní, lípa malolistá, habr obecný, třešeň ptačí, javor mlč a babyka s předpokládaným sponem 10–15 m. Keře zastupují druhy trnka obecná, dřín obecný, líska obecná a hloh ve sponu 1–2 m.

V řešeném území bylo navrženo pět vrstevnicových zasakovacích průlehů o celkové délce 2082 m, které disponují retenčním prostorem téměř 3750 m³. To znamená, že průlehy s hrázkami jsou schopny zadržet objem vody deště s dobou trvání 15 minut s pravděpodobností opakování deset let vzhledem k podmínkám dané lokality.

V předchozím textu bylo prezentováno modelové řešení protierozních opatření v ohrožených částech konkrétního katastrálního území. Návrhem organizačních, agrotechnologických a biotechnických protierozních opatření lze účinně snížit míru ztráty půdy na přípustnou úroveň. Přesto mohou mít tato opatření i své nevýhody.

Šířka zasakovacích průlehů značně roste spolu s objemem zemních prací během výstavby vzhledem k rostoucímu sklonu terénu. Navíc je nutné tyto plochy zatravnit a není možné je dále využívat pro pěstování zemědělských plodin. Problém je možné částečně vyřešit návrhem strmějších svahů stavby (tzn. větší než 1 : 5), to však na druhé straně vede ke snížení retenční kapacity a efektivitě celé stavby. Dále je možné považovat za nevýhodu stínění pěstovaných plodin podpurnou vegetací, vysazenou na hrázku podél zasakovacího průlehu. Kromě toho dojde k fragmentaci pozemků, což ztěžuje jejich obhospodařování.

Avšak hlavním problémem jsou protierozní osevnické postupy. Místní zemědělské družstvo provozuje bioplynovou stanici, jejíž provoz je plně závislý na biomase, produkované na vlastních zemědělských pozemcích. Vzhledem k optimalizačnímu faktoru ochranného vlivu vegetace v rovnici USLE je možné v daném sklonitém území považovat za akceptovatelné pěstování pouze obilnin a luštěnin. Některé plochy je dokonce třeba přeměnit z orné půdy na trvalé travní porosty, avšak tyto plodiny nedokážou plně nahradit potřebnou produkci biomasy z širokořádkových plodin. Příroda se tak ocitá ve střetu zájmů. Na uvedené případové studii lze vidět běžný rozpor mezi protierozními aktivitami a ekonomickou prosperitou vlastníků zemědělské půdy. Problém se ve výsledku jeví jako velmi složitý, pokud uvažujeme produkci biomasy různých plodin a stávající ekonomickou situaci českých zemědělců.

Doc. Ladislav Koutný
Mendelův Brno
Doc. Zbyněk Kulhavý
VÚMOP Pardubice
Doc. Iva Čiháková
ČVUT Praha
Ing. Petr Pelikán
Mendelův Brno