



Obr. 1. Zatravnění meziřadí vinohradu [2] (Foto: VÚV TGM, v. v. i.)
Fig. 1. Grassing between the vineyards [2] (Foto: VÚV TGM, v. v. i.)

Adaptace měst a obcí na povodně a sucho

PAVEL BALVÍN, VERONIKA TÁBOŘÍKOVÁ, JIŘÍ PROCHÁZKA, JAN HLOM, LUDMILA ŠNEJDOVÁ

Klíčová slova: adaptace – povodně – sucho – vnější prstenec města – kategorizace opatření

SOUHRN

Realizace komplexních adaptačních opatření je v posledních letech významným trendem ve všech velkých městech a obcích Evropy. Potřeba přizpůsobení se změně klimatu, vyznačující se střídáním krátkých a intenzivních povodňových epizod [1] a dlouhých období sucha, donutila představitele měst a obcí k přehodnocení dosavadního přístupu k implementaci adaptačních opatření do územně plánovací dokumentace. Adaptační opatření lze rozdělit do několika kategorií. Některá opatření mají pro danou kategorii specifický charakter, jiná se mohou v rámci kategorií vzájemně prolínat. Významným celoevropským trendem ve větších sídelních celcích je tvorba tzv. katalogů opatření. Tyto katalogy vznikají s cílem adaptovat městskou architekturu na změnu klimatu. Přebývá v nich jednoznačná snaha vodu z města nejen odvést, ale také ji zadržovat. V mnoha evropských městech je používání katalogů opatření povinné pro činnost městských architektů [2].

ÚVOD

Již více než dvacet let jsme vystaveni střídání hydrologických extrémů ve formě povodní a sucha. Povodně se vyskytují jak v podobě fluvialní, která postihuje velké oblasti, tak i v podobě pluvialní, kdy jsou zasaženy malé sídelní celky povrchovým odtokem z povodí. Nedávná suchá perioda zasáhla celou Českou republiku a měla významný dopad na zemědělství a vodní hospodářství. Současnost a blízká budoucnost vyžadují tvorbu komplexních opatření, a to jak ve smyslu prevence proti povodním, tak i ve smyslu snížení dopadů sucha. Cílem článku je seznámit čtenáře s komplexním trendem vývoje adaptačních opatření měst a obcí, především v jejich vnějším prstenci.

ADAPTAČNÍ OPATŘENÍ JAKO OCHRANA A PREVENCE

Adaptační opatření představují v souvislosti se zmírněním dopadů změny klimatu soubor preventivních a ochranných nástrojů. V současné době jsou preferována taková opatření, jež nejen chrání před účinky povodňových událostí, ale působí i v období sucha. Důležitým preventivním opatřením je rovněž komunikace s veřejností, protože jedině s její pomocí je možné upozornit na provázanost opatření a prosadit komplexní řešení.

Při realizaci jednotlivých opatření je třeba mít na paměti, že žádné technické ani přírodě blízké opatření neposkytuje z pohledu hydrologického extrému stoprocentní ochranu. Vždy se může vyskytnout větší povodeň nebo sucho, než na které bylo opatření původně navrženo. Míra navržené ochrany je proto vždy úměrná svému účelu, cílové skupině a ekonomickým nákladům spojeným s její realizací.

Adaptační opatření představují soubor technických či přírodě blízkých prvků nebo lidských činností, jež lze realizovat v rámci prevence před výskytem nepříznivých dopadů hydrologických extrémů.

Opatření lze rozdělit do několika základních skupin:

- opatření na zemědělské půdě
- opatření na lesní půdě
- opatření na vodních tocích
- opatření v urbanizovaných oblastech
- opatření z hlediska technického zabezpečení budov
- opatření v rámci územního plánování
- opatření ve formě varovných systémů a poskytování informací obyvatelstvu

Tento soubor opatření je ve své komplexnosti vhodný nejen pro malé obce, ale i pro velké sídelní celky, kde se vzájemně prolínají zemědělské, lesní a zastavěné oblasti.

OPATŘENÍ NA ZEMĚDĚLSKÉ PŮDĚ

Opatření na zemědělské půdě mají za úkol převážně zpomalit a snížit povrchový odtok a snížit erozi půdy. Do určité míry mohou působit i jako určitá prevence proti dopadům sucha tím, že zadržují vodu a zvyšují vlhkost půdy. Česká republika patří vzhledem ke své nedávné historii spojené s družstevním způsobem obhospodařování k zemím s největšími půdními bloky. Důsledkem tohoto způsobu obhospodařování jsou velké délky svahů, urychlení povrchového odtoku a následný vznik zrychlené vodní eroze, případně intenzivní eroze větrná. Spolu se zvýšenou chemizací zemědělství vedou ke snižování kvality půdy, což se kromě snižování produkční schopnosti projevuje i sníženou schopností zadržovat a vsakovat vodu. Výsledným efektem není pouze ochrana vlastní půdy před erozí, ale zároveň i ochrana zastavěných oblastí pod exponovanými svahy nebo pozemky s nevhodně zvoleným způsobem hospodaření [3].

Významná opatření na zemědělské půdě se dělí na:

- organizační:
 - velikost a tvar pozemku
 - zatravnění nebo zalesnění – delimitace půdy
 - setba plodin v pásech
- agrotechnická:
 - vhodné střídání plodin, užití krycích plodin
 - přímá setba, mulčování, kultivace půdy po vrstevnici
 - infiltrační a záchytné pásy (obr. 1)
 - zachování stávajících luk a pastvin

- technická:
 - terasování, meze
 - stabilizace drah soustředěného odtoku (obr. 2)
 - průlehy, příkopy, zadržovací hrázky
 - vsakovací studny



Obr. 2. Gabionová přehrážka v dráze soustředěného povrchového odtoku [2]

Fig. 2. Gabion barrage in the path of concentrated surface runoff [2], (Foto: VÚV TGM, v. v. i.)

OPATŘENÍ NA LESNÍ PŮDĚ

Zalesněné pozemky významně přispívají ke snížení dopadů hydrologických extrémů v podobě přívalových srážek a sucha. Dokážou částečně zadržet přívalový déšť a rovněž i časově rozložit odtok z území. V rámci zalesněných území lze realizovat řadu opatření, jež mohou zvýšit účinky zalesněných území z hlediska odtoku v případě výskytu přívalových srážek.

U zalesněných pozemků se většinou jedná o tzv. přírodě blízká protipovodňová opatření, která jsou doprovázena i technickými opatřeními. V rámci realizace přírodě blízkých opatření je důležité si uvědomit omezenost jejich účinků [4], [5].

Mezi významná opatření na lesní půdě patří:

- obnova přirozených smíšených lesů
- pravidelná údržba a zmlazování lesů
- omezení rizika poškození lesní půdy v průběhu těžby
- rychlé zalesnění poškozených pozemků postižených přírodními událostmi
- revitalizace lesních cest a jejich pravidelná údržba
- obnova mokřadů
- podpora přirozené sukcese
- hrzení bystřin a sanace erozních rýh

OPATŘENÍ NA VODNÍCH TOCÍCH

Vodní toky hrají zásadní roli při bezpečném odvedení povodňových průtoků a zároveň představují důležitý krajinnotvorný prvek, jenž může výrazně přispět k zadržení vody v krajině. V urbanizovaných oblastech převažuje charakter kanalizovaných toků, jejichž cílem bývalo co nejrychleji odvést povodňový průtok ze zasažené oblasti. Nicméně v posledních letech převažuje silný trend s cílem revitalizovat kanalizované toky i v zastavěných územích, a to takovým způsobem, aby nebyly ohroženy životy, zdraví a majetek obyvatel. Nižší uvedená opatření mohou významně přispět k nalezení kompromisu mezi protipovodňovou ochranou a požadavky na ekologický charakter toku.

Mezi významná adaptační opatření na vodních tocích patří:

- mapování povodňových rizik (mapy rozlivů, mapy hloubek)
- vyhodnocení povodňových škod
- zpomalení odtoku v určitých částech povodí
- obnovení přirozených záplavových území (obr. 3)
- výstavba suchých nádrží
- výstavba malých vodních nádrží
- zajištění dostatečné průtočné kapacity mostů a propustků a jejich ochrana proti ucpání splávím
- pravidelná údržba koryt s cílem zajištění požadované kapacity pro převedení povodňových průtoků



Obr. 3. Revitalizace Rokytky meandrováním se zachováním inundačního území

(Foto: VÚV TGM, v. v. i.)

Fig. 3. Revitalization of Rokytky by meandering with preservation of the inundation area

(Foto: VÚV TGM, v. v. i.)

OPATŘENÍ V URBANIZOVANÝCH OBLASTECH

Zastavěná území s velkou hustotou zpevněných ploch představují v současnosti velké riziko z hlediska zhoršení odtokových poměrů. Jejich vlivem dochází ke zkrácení doby dotoku, minimální infiltraci a následně zahlcení odvodňovacích systémů. Důsledkem pak mohou být lokální záplavy a škody na majetku obyvatel i infrastrukturu měst a obcí. Cílem níže uvedených opatření je zpomalit odtok ze zpevněných ploch, zachytit a infiltrovat co největší objem vody. Některá z uvedených opatření snižují dopady v případě výskytu přívalových srážek a zároveň umožňují využití zachycené vody v delším časovém horizontu.

- zpomalení a snížení objemu odtoku ze zpevněných ploch (parkovišť, střech, silnic – propustná dlažba nebo její zdrsnění) a zvýšení vsaku dešťových vod
- využití zpevněných ploch coby dočasných retenčních prostor

- dostatečně kapacitní odvodňovací systém dešťové kanalizace
- zpětné klapky na odvodňovacích systémech
- dočasné zadržení vody v podzemních nádržích s možností jejich pozdějšího využití
- infiltrace a zpomalení odtoku ze zatravněných ploch (infiltrační pásy, průlehy, příkopy atd.)
- suché nádrže nebo využití terénních depresí k zadržení odtoku (obr. 4)
- v rámci nové výstavby – vhodné prostorové situování nemovitostí s cílem vyhnout se drahám soustředěného/zvýšeného odtoku
- omezení výstavby v rizikových oblastech
- zelené střechy – snížení povrchového odtoku, snížení teploty v horkých dnech
- zelené stěny – obdoba zelených střech, ale ve vertikálním směru



Obr. 4. Suché nádrže pro zachycení odtoku ze zpevněných ploch a následné infiltrace do půdního profilu. Lokalita Kyje (vlevo), Vinoř (vpravo), (Foto: VÚV TGM, v. v. i.)

Fig. 4. Polders for capturing runoff from paved areas and subsequent infiltration into the soil profile (Foto: VÚV TGM, v. v. i.)

Ne vždy je možné učinit taková opatření, aby dotčená infrastruktura nebyla zasažena soustředěným povrchovým odtokem, a dochází k jejímu dočasnému zaplavení. Z těchto důvodů se nabízí na takto exponovaných objektech provést preventivní technická opatření, jež zajistí co možná nejmenší poškození objektu.

Technické zajištění budov:

- mobilní protipovodňové hrzení
- izolace podzemních částí budov
- zvýšená poloha a ochrana světlíků a vchodů do sklepů a jejich protipovodňová ochrana
- zvýšená úroveň přízemí (obr. 5)
- utěsnění prostupů potrubí
- technické řešení odtoku vody z budovy v případě zatopení

OPATŘENÍ V URBANIZOVANÝCH OBLASTECH V RÁMCI ÚZEMNĚ PLÁNOVACÍ DOKUMENTACE A KONCEPCE ROZVOJE

Implementace adaptačních opatření již v rámci plánů územního rozvoje měst a obcí představuje jeden z nejdůležitějších preventivních nástrojů pro ochranu životů, zdraví a majetku obyvatelstva.

Vlastní implementace konkrétních adaptačních opatření do územně plánovací dokumentace je závislá na typu dokumentace, jež je v rámci územního rozvoje pořízena.

Územně plánovací dokumentace je dokumentací, která – je-li pořízena – představuje závazné koncepční požadavky a podmínky pro rozhodování v území. V podmínkách České republiky existuje několik druhů územně plánovací dokumentace. Podle rozsahu řešeného území ji dělíme do tří druhů – zásady územního rozvoje, územní plán a regulační plán –, od nichž se odvíjí i měřítko dokumentace, a tedy její výsledná podrobnost.



Obr. 5. Navýšené přízemí budov v rámci nové výstavby v záplavovém území Litovického potoka (Foto: VÚV TGM, v. v. i.)

Fig. 5. Elevated ground floor of buildings as part of new construction in the floodplain of Litovický potok (Foto: VÚV TGM, v. v. i.)

Při výběru adaptačních opatření, která lze zahrnout do územně plánovací dokumentace (ÚPD), je uvažováno s rozdělením na dvě kategorie:

- územní plán (ÚP)
- regulační plán (RP; zahrnuje i variantu územního plánu s prvky regulačního plánu)

Územní plán stanovuje v rozsahu území obce komplexní koncepci jejího rozvoje včetně ochrany, projevující se zejména navrženými plochami, koridory, případně trasami a stanovením podmínek pro způsoby jejich využití. Regulační plán, vzhledem k jeho zaměření na menší část obce, navrhuje konkrétní umístění a podoby staveb a detailní podmínky.

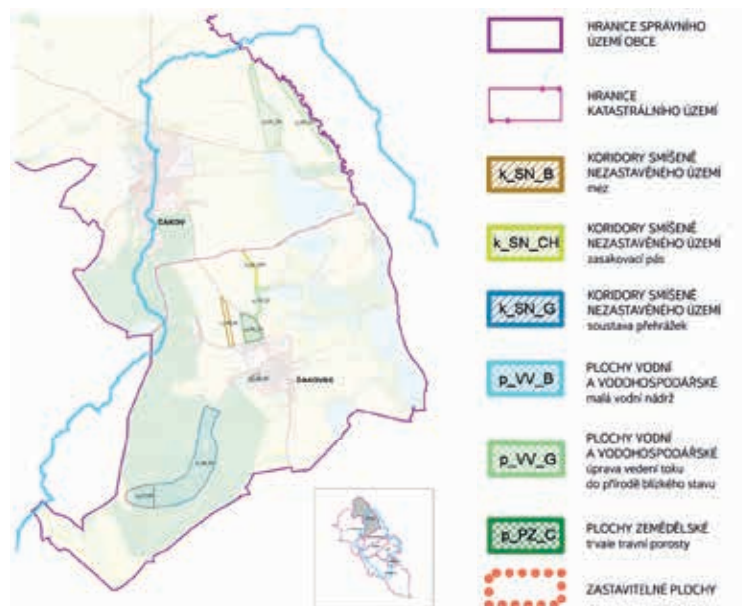
Hlavním kritériem pro zapracování navrženého adaptačního opatření do těchto dokumentů je podrobnost návrhu. Ta určuje, zda je promítnutelné pouze do územního plánu, nebo zda je možné jeho řešení i podrobnějším způsobem v rámci regulačního plánu.

Vzhledem k tomu, že regulační plán řeší umístění a uspořádání staveb, jejich napojení na infrastrukturu a další podmínky jen do určitého detailu, vyskytují se i taková opatření, která již svou podrobností překračují měřítko regulačního plánu. V takovém případě by tato opatření musela být předmětem územního a stavebního řízení. V některých případech je také výsledkem začlenění pouze do regulačního plánu, neboť v územním plánu by představovala příliš velkou podrobnost.

Pokud se jedná o podrobnost návrhu adaptačních opatření, v případě ÚP jde o určitý návrh koncepce, jenž se pak následně v RP nechá rozvinout do větší podrobnosti.

Obecná adaptační opatření v rámci koncepce plánování rozvoje měst a obcí:

- nastavení koncepce rozvoje s ohledem na povodňové rizika včetně povodní z přívalových srážek
- vymezení zastavitelných ploch v územních plánech s ohledem na povodňové riziko
- uplatňování požadavků plynoucích z existence povodňového rizika v rámci povolovacího procesu
- vymezení ploch vhodných pro vsakování nebo kontrolované odvedení vod v územně plánovací dokumentaci
- eliminace vlivu staveb v oblastech s povodňovým rizikem
- identifikace a mapování rizikových oblastí



Obr. 6. Příklad implementace opatření do regulačního plánu obce Čakov (Zdroj: VÚV TGM, v. v. i.)

Fig. 6. Example of implementation of measures into the regulatory plan of the municipality of Čakov (Source: VÚV TGM, v. v. i.)

- identifikace a implementace vhodných opatření na úrovni obcí i soukromých subjektů
- zahrnutí území ohrožených přívalovými srážkami do územního plánování
- efektivní nakládání s místy určenými pro retenci vody v rámci povodí

OPATŘENÍ VE FORMĚ LOKÁLNÍCH VAROVNÝCH SYSTÉMŮ A POSKYTOVÁNÍ INFORMACÍ OBYVATELSTVU

Lokální varovné systémy (LVS) jsou systémy sloužící k varování obyvatelstva před hrozícím nebezpečím. Toto nebezpečí mohou představovat i povodně z přívalových srážek. Systémy pracují na principu včasné výstrahy, kdy hrozící nebezpečí je zachyceno příslušným opatřením (srážkoměr, vodoměrný profil) a tato informace je předána odpovědným osobám či osobě, které ji vyhodnotí a následně provedou nezbytné úkony.

Nejběžnějším prostředkem pro zachycení informací o povodňovém nebezpečí je srážkoměrná stanice nebo přímo v korytě toku vodoměrný profil. Tvorba LVS je nejčastěji ovlivněna těmito parametry:

- geografické a hydrologické charakteristiky zájmového území
- výskyt typů povodní v zájmovém území
- kritická místa v ochraně před povodněmi
- existence stávajících hlásných profilů ČHMÚ a podniků Povodí
- blízkost již provozovaných LVS v zájmové lokalitě
- zkušenosti místních obyvatel

Ve vybraných místech jsou situovány on-line měřicí systémy (srážkoměr, hladinoměr), jež zaznamenávají sledované parametry a v případě překročení limitní hodnoty odešlou alarmové informace na přijímací stanoviště. Měřicí technika kromě limitních stavů většinou průběžně měří sledovaný parametr (poloha hladiny), a to v pravidelných časových intervalech.

ZÁVĚR

Kategorizace a tvorba katalogů [2] adaptačních opatření představuje současný trend řešení adaptace měst a obcí na povodně a sucho. V řadě měst a obcí vznikají studie proveditelnosti s cílem navrhnout opatření pro snížení povodňových rizik a zároveň zadržet co nejvíce vody pro její pozdější využití. Stejně tak v zemědělsky obhospodařované krajině se hledá kompromis mezi realizací přírodně blízkých a technických opatření. V současné době již byla realizována řada výzkumů s cílem posoudit a kvantifikovat účinnost jednotlivých opatření [3], [4], [5]. Kromě studií v pilotních oblastech již existuje i řada webových aplikací a nástrojů zabývajících se problematikou sucha, např. www.suchovkrajine.cz. Zde je možné dohledat katalog opatření, pilotní studie, plán pro zvládnutí sucha, metodiku a mapové podklady. Z hlediska povodní je možné použít výstupy projektu Strategie ochrany před negativními dopady povodní a erozními jevy přírodě blízkými opatřeními v České republice (www.vodavkrajine.cz).

Zkušenosti z hlediska sucha a povodní lze čerpat i z mezinárodních projektů. Jako příklad lze uvést projekt Rainman, který byl financován z prostředků programu Interreg Central Europe. Projekt prezentuje výsledky a zkušenosti šesti středoevropských zemí s přístupem ke snížení dopadů povodní z přívalových srážek ve formě katalogu opatření, legislativních podkladů a z pilotních oblastí (www.rainman-toolbox.eu). Významnou součástí projektu představuje i soubor opatření realizovatelných již v rámci územně plánovací dokumentace.

Územně plánovací dokumentace představuje významný nástroj pro implementaci jednotlivých opatření ještě před vlastní projektovou přípravou. Ačkoli realizace takovýchto opatření není časově závazná, jasně definuje budoucí využití daného území. Vzhledem k tomu, že je územní plán veřejně projednáván, představuje takto schválená dokumentace formu celospolečenské dohody.

Poděkování

Článek byl vypracován v rámci projektu „Analýza adaptačních opatření ke zmírnění dopadů změny klimatu a urbanizace na vodní režim ve vnější části Prahy“ (CZ.071.02 / 0.0 / 0.0 / 16_040 / 0000380) financovaného z operačního programu Praha – pól růstu České republiky.

Literatura

[1] ROŽNOVSKÝ, J., CHUCHMA, F., FIALA, R. a KOHUT, M. Vláhová bilance – ukazatel vody v krajině. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2018, roč. 60, č. 3, s. 12–17. ISSN 0322-8916.

[2] DZURÁKOVÁ, M., ŠTĚPÁNKOVÁ, P. a LEVITUS, V. Katalog přírodně blízkých opatření pro zadržení vody v krajině a jeho uplatnění ve webové mapové aplikaci pro veřejnost. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2018, roč. 60, č. 5, s. 6–11. ISSN 0322-8916.

[3] KRÁSA, J., TEJKL, A. a STAŠEK, J. Určení rozsahu půdy nechráněné vegetací v období přívalových srážek za účelem posouzení erozního rizika. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2019, roč. 61, č. 2, s. 39–45. ISSN 0322-8916.

[4] VIZINA, A., STROUHAL, L., DZURÁKOVÁ, M., MORAVEC, V. a MELIŠOVÁ, E. Studie hodnocení účinku přírodně blízkých opatření v povodí Olešné u Pelhřimova pomocí modelů BILAN, HEC-HMS a HYPE. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2018, roč. 60, č. 5, s. 12–20. ISSN 0322-8916.

[5] OSIČKOVÁ, K. a UHROVÁ, J. Posouzení efektivity navržených opatření v ploše povodí hydrologickým modelem. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2018, roč. 60, č. 3, s. 4–10. ISSN 0322-8916.

Autoři

Ing. Pavel Balvín¹

✉ pavel.balvin@vuv.cz

ORCID: 0000-0001-7892-7584

Bc. Veronika Táboříková¹

✉ veronika.taborikova@vuv.cz

ORCID: 0000-0001-5909-4476

Ing. Jiří Procházka, Ph.D.¹

✉ jiri.prochazka@vuv.cz

ORCID: 0000-0002-3444-2347

Ing. Jan Hlom¹

✉ jan.hlom@vuv.cz

ORCID: 0000-0002-1365-3604

Ing. arch. Ludmila Šnejdová²

✉ snejdova@kraj-jihocesky.cz

¹Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.

²Krajský úřad Jihočeského kraje

Príspevek prošel lektorským řízením.

DOI: 10.46555/VTEI.2021.01.003

ADAPTATION OF TOWNS AND MUNICIPALITIES TO FLOODS AND DROUGHT

BALVIN, P.¹; TABORIKOVA, V.¹; PROCHAZKA, J.¹; HLOM, J.¹; SNEJDROVA, L.²

¹TGM Water Research Institute, p. r. i.

²South Bohemia Regional Authority

Keywords: adaptation – floods – drought – outer ring of the city – categorization of measures

The implementation of comprehensive adaptation measures has been a significant trend in recent years in all major cities in Europe. The need to adapt to climate change, characterized by alternating short floods (mostly from torrential rainfall) and long periods of drought, has forced cities and municipalities to reconsider the current approach to the implementation of adaptation measures in spatial planning documentation. For this reason, adaptation measures are divided into several categories, where some measures are universal for a given category and others may overlap within categories. A significant pan-European trend in larger settlements is the creation of so-called catalogues of measures. These catalogues are created with the aim of adapting urban architecture to climate change, where we try not only to drain water from the city, but also to retain it in order to improve the living conditions of the population. In many European cities, the use of catalogues of measures is mandatory for the work of urban architects.