

18. MEZINÁRODNÍ KONFERENCE MĚSTSKÉ INŽENÝRSTVÍ K.VARY 2013

Téma: „POVODĚŇ A MĚSTO“ 7.června 2013

od 8.30 hodin, HOTEL THERMAL Karlovy Vary, Kongresový sál

18. INTERNATIONALE KONFERENZ STADTTECHNIK KARLOVY VARY 2013

Thema: „HOCHWASSER UND STADT“ am 7.Juni 2013

um 8,30 Uhr, HOTEL THERMAL Karlovy Vary, Kongressaal



Karlovy VARY°

Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků
Český svaz stavebních inženýrů
ve spolupráci s organizacemi /
unter Mitwirkung von folgenden Organisationen:

BAYERISCHE INGENIEURKAMMER-BAU
INGENIEURKAMMER SACHSEN
INGENIEURKAMMER THÜRINGEN
VERBAND BERATENDER INGENIEURE (VBI)
SLOVENSKÁ KOMORA STAVEBNÝCH INŽINIEROV
Česká společnost městského inženýrství ČSSI
Sdružení historických sídel Čech, Moravy a Slezska
Regionální stavební sdružení Karlovy Vary
Svaz podnikatelů ve stavebnictví v ČR

Záštitu nad pořádáním konference převzali

hejtman Karlovarského kraje - PaedDr. Josef Novotný
primátor Statutárního města Karlovy Vary - Dipl.-Ing. Petr Kulháněk

Die Konferenz findet unter der Schirmherrschaft

des Präsidenten der Region Karlovy Vary - PaedDr. Josef Novotný
und des Oberbürgermeisters der Statutenstadt Karlovy Vary - Dipl.-Ing. Petr Kulháněk
statt.

Dny stavitelství a architektury Karlovarského kraje 2013

Sborník referátů 18. mezinárodní konference
Městské inženýrství Karlovy Vary 2013 – „POVODEŇ A MĚSTO“
která se konala dne 7. června 2013
v kongresovém sále HOTELU THERMAL Karlovy Vary

Materiály neprošly jazykovou úpravou a jsou přetištěny v původním znění.
Autoři odpovídají za obsahovou, odbornou a jazykovou úroveň příspěvků.

Editor: Ing. Renata Zdařilová, Ph.D.

ISBN 978-80-87438-37-4



KARLOVARSKÝ KRAJ

PaedDr. JOSEF NOVOTNÝ
HEJTMAN

Čj.: 84/SH/13

uděluje

ZÁŠTITU

České komoře autorizovaných inženýrů a techniků činných ve
výstavbě – oblastní kancelář Karlovy Vary

nad 18. ročníkem mezinárodní konference

„Městské inženýrství Karlovy Vary 2013“

Karlovy Vary 8. března 2013



PRIMÁTOR
MĚSTA KARLOVY VARY
ING. PETR KULHÁNEK

Vážený pan
Ing. Svatopluk Zídek
Předseda oblasti Karlovarského kraje
Česká komora autorizovaných inženýrů
a techniků činných ve výstavbě

Karlovy Vary 5. března 2013
Č.j.: 36/SEKR1/13

Vážený pane inženýre,

dle vyhlášky města č. 13/2007 o čestném občanství, poctách a Ceně města
Karlovy Vary tímto přebírám záštitu nad 18. ročníkem mezinárodní konference

„Městské inženýrství Karlovy Vary 2013

-

Povodeň a město“,

která začíná 7.6.2013 v 9 hodin v kongresovém sále hotelu Thermal.

S pozdravem

Na vědomí
Náměstek primátora
Tiskové oddělení
OKŠT

**ČESTNÍ HOSTÉ KONFERENCE MĚSTSKÉ INŽENÝRSTVÍ
KARLOVY VARY 2013**

Saská inženýrská komora

Dr.-Ing. Andreas Klengel, ředitel kanceláře Saské inženýrské komory

Dr.-Ing. Gundela Metz, členka Vědecké rady konference MI

Dr. Uwe Müller, Saský zemský úřad životního prostředí, Drážďany, přednášející

VBI Deutschland

Dipl.-Ing. Reimer Haßmann, člen Vědecké rady konference MI

Dipl.-Ing. Jörg Menge, Grontmij GmbH Leipzig, přednášející

Dipl.-Geogr. Nadine Schippel, Grontmij GmbH Leipzig, přednášející

Bavorská inženýrská komora

Dr. Heinrich Schroeter, prezident Bavorské inženýrské komory

Dipl.-Ing. Hans.R. Waldbröl, člen Vědecké rady konference MI

Dipl.-Ing. Pavel Budka, člen Vědecké rady konference MI

Prof. Dipl.-Ing. Rudolf Metzka, Vysoká škola Deggendorf, přednášející

Inženýrská komora Thüringen

Prof. Dr.-Ing. habil. Hans Ulrich Mönnig, prezident Inženýrské komory Thüringen

Dipl.-Ing. Karl-Heinz Bartl, člen Vědecké rady konference MI

Dr. Stephan Prüfer, Ingenieurbüro Dr. Prüfer GmbH, Bad Klosterlausnitz, přednášející

Slovenská komora stavebných inžinierov (SKSI)

Ing. Ján Petržala, první místopředseda SKSI

Ing. Anton Vyskoč, místopředseda SKSI

Ing. Ján Tomko, člen Vědecké rady konference MI

Ing. Jozef Kurimský, past prezident SSS

Prof. Ing. Karol Kaldarár, Msc. CEng.Ph.D., prezident Asociace inženýrů pozemního stavitelství pracujících v architektuře

Prof. Ing. Andrej Šoltész, Fakulta stavební TU Bratislava, přednášející

Bulharská inženýrská komora

Dipl.-Ing. Georgi Kordov, prezident Bulharské inženýrské komory

Dipl.-Ing. Ginka Dimova, členka představenstva Bulharské inženýrské komory

Maďarská inženýrská komora

Ing. Holló Csaba, viceprezident Maďarské inženýrské komory

Ing. Katalin Rónai, spolupracovnice Maďarské inženýrské komory

Polská inženýrská komora

Dr. -Ing. Zygmunt Rawicki, viceprezident Polské inženýrské komory

Ing. Maria Rawická, členka Polské inženýrské komory

Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků

Ing. Pavel Křeček, předseda ČKAIT, člen Vědecké rady konference MI

Prof. Ing. Alois Materna, CSc. MBA, první místopředseda ČKAIT

Ing. Jindřich Pater, místopředseda ČKAIT

Ing. František Mráz, místopředseda ČKAIT

Ing. Lenka Zimová, ředitelka kanceláře ČKAIT

Ing. Miroslav Loutocký, předseda Redakční rady časopisu Z+i

Ing. Bohumil Rusek, poradce předsedy ČKAIT

Ing. Tomáš Chromý, poradce předsedy ČKAIT

Marie Báčová, poradce předsedy ČKAIT

doc. Ing. Petr Šrytr, člen Vědecké rady konference MI

Ing. Jiří Leitgeb, OK ČKAIT Karlovy Vary, přednášející

Ing. Jiří Švancara, PÖYRY, Česká republika, přednášející

Český svaz stavebních inženýrů

Ing. Pavel Štěpán, prezident ČSSI

Doc. Ing. František Kuda, CSc., viceprezident ČSSI, předseda ČSMI, člen Vědecké rady konference MI

Ing. Renata Zdařilová, Ph.D., viceprezidentka ČSSI, poradce předsedy ČKAIT, členka Vědecké rady konference MI

Ing. Jitka Thomasová, vedoucí sekce Městského inženýrství ČSSI, členka Vědecké rady konference MI

Ing. arch. Hana Paclová, VŠB – TU Ostrava, přednášející

Ing. Rostislav Walica, VŠB – TU Ostrava, přednášející

Ing. Ivo Staš, MM Ostrava, přednášející

Časopis STAVEBNICTVÍ

Mgr. Jan Táborský, šéfredaktor

Petr Zázvorka, redaktor

Program

Konference je zařazena do systému celoživotního vzdělávání členů ČKAIT. Je určena pro autorizované osoby, zejména v oboru „Městské inženýrství“ a dále pro pracovníky státní správy, zástupce samosprávy, studující stavebních fakult vysokých škol, hlavně oboru městské inženýrství, pro projektanty i dodavatele.

8:30 – 9:00 Registrace

9:00 – 9:10 Konference „Městské inženýrství 2013“ přivítání a představení čestných hostů konference
Ing. Svatopluk Zidek,
předseda výboru
Oblasti ČKAIT K.Vary
Pastprezident ČSSI

9:10 – 9:20 Zahájení konference
Mgr. Jiří Klsák,
náměstek primátora
města Karlovy Vary

9:20 – 9:35 Úvod do problematiky konference
Doc.Dipl.-Ing. František Kuda, CSc.
předseda vědecké rady
konference MI Karlovy Vary

9:35 – 9:55 Rizikový management pro případ povodně – výzva pro obce
Dr. Uwe Müller
Saský zemský úřad životního prostředí, zemědělství a geologie, oddělení pro vodu, půdu a druhotné suroviny, Drážďany (Saská inženýrská komora)

9:55 – 10:15 Protipovodňová ochrana města Floha v podhůří Krušných hor. (Projekty splňující zákonné evropské i zemské požadavky)
Dipl.-Ing. Jörg Menge,
Diplom-Geographin
Nadine Schippel
(VBI Deutschland)

10:15 – 10:35 Integrovaná protipovodňová ochrana - Technické komponenty a nástroje prevence
Prof. Dipl.-Ing. Rudolf Metzka
Vysoká škola Deggendorf
(Bavorská inženýrská komora)

10:35 – 10:55 Protipovodňová ochrana průmyslové zóny HKW Gera Nord
Dr. Stephan Prüfer
INGENIEURBÜRO
DR. PRÜFER GmbH, Jena
(Inženýrská komora Thüringen)

10:55 – 11:15 Řešení protipovodňové ochrany sídelních oblastí Malých Karpat
Prof. Ing. Andrej Šoltész, PhD.,
prof. Ing. Ján Szolgay, PhD.,
doc. Ing. Štefan Stanko, PhD.
Slovenská technická univerzita,
Stavební fakulta, Bratislava
(Slovenská komora stavebních inžinierov)

11:15 – 11:35 přestávka na kávu

11:35 – 11:55 Vyřešení problému zaplavování města Královské Poříčí (akce ukončena v únoru 2013)
Ing. Jiří Leitgeb, CSc.
(OK ČKAIT Karlovy Vary)

11:55 – 12:15 Návrhy protipovodňových úprav na Ostravsku
Ing. arch. Hana Pačlová, Ph.D.,
Ing. Rostislav Walica, Ph.D.
(Fakulta stavební
VŠB-TU Ostrava, ČSMI)

12:15 – 12:35 Města a povodně
Ing. Jiří Švancara,
(OK ČKAIT Brno)

12:35 – 12:55 Oheň a voda
Ing. Václav Palička, Ing. Ivo Staš,
(Statutární město Ostrava)

12:55 – 13:15 Panelová diskuze k předneseným referátům
Moderují:
Ing. Pavel Křeček
a Ing. Jitka Thomasová;
ČKAIT & ČSSI

13:15 – 14:00 Zhodnocení a závěr konference
Doc.Dipl.-Ing. František Kuda, CSc.
předseda vědecké rady
konference MI Karlovy Vary

Obsah

ZÍDEK Svatopluk	
18. ročník mezinárodní konference Městské inženýrství Karlovy Vary 2013.....	11
MÜLLER Uwe	
Management povodňových rizik – výzva pro obce.....	15
MENGE Jörg, SCHIPPEL Nadine	
Protipovodňová ochrana města Flöha v podhůří Krušných hor – projekty splňující zákonné požadavky.....	27
PRÜFER Stephan	
Protipovodňová ochrana průmyslové zóny „Kogenerační elektrárna Gera-Nord“	37
ŠOLTÉSZ Andrej, SZOLGAY Ján, STANKO Štefan	
Riešenie protipovodňovej ochrany sídelných oblastí Malých Karpát	47
LEITGEB Jiří	
Vyřešení zaplavování obce Královské Poříčí	55
PACLOVÁ Hana, WALICA Rostislav	
Město Ostrava a okolí – návrhy protipovodňových úprav	67
ŠVANCARA Jiří	
Města a povodně	77
STAŠ Ivo	
Voda a oheň	85
ŠKULTÉTYOVÁ Ivona	
Skládka komunálních odpadů a riziko kontaminácie v dôsledku povodne.....	93
STANKO Štefan	
Prevádzka kanalizačnej siete a opatrenia na redukcii negatívneho vplyvu kanalizácie v čase povodne.....	103
FRANKOVSKÝ Miloslav, POKRIVČÁK Peter	
Protipodňová ochrana hlavného mesta Slovenskej republiky, Bratislavy	111

KRIŠ Jozef, GALÍK Matúš Havarijne a krízové situácie v zásobovaní vodou v SR.....	119
KRIŠ Jozef, HANKOVÁ Martina Strukturálne poruchy vodovodných potrubí	131
ENDEL Stanislav, KUDA František Vliv povodní na rozvoj Ostravy	141
ŠRYTR Petr Veřejný prostor sídel zasažený povodní	149
PETEROVÁ Jana, KUDA František Přístup orgánů veřejné správy a soukromých subjektů k protipovodňovým opatřením v ČR	159
ZAVADIL Jiří Dopravní stavby a povodně	169
NEVICKÝ Miloš Povodne a činnosti inžiniera, starostu a občana	175

18. ROČNÍK MEZINÁRODNÍ KONFERENCE MĚSTSKÉ INŽENÝRSTVÍ KARLOVY VARY 2013

Svatopluk Zídek¹

Letošní téma „Povodeň a město“ si rozhodně zasluhuje pozornost. Povodňové nebezpečí, ohrožující obyvatele měst a jejich majetky, je bohužel v současné době tématem navýsost aktuálním. Loni uplynulo právě deset let od dramatických chvil, kdy Prahu a celé Čechy zasáhla 500 letá povodeň. Vlna katastrofálních povodní, která sužuje celý svět na přelomu druhého a třetího tisíciletí je patrně důsledkem nekoordinovaného využití městských údolních niv v období průmyslových revolucí. Řešení problematiky povodní spočívá mimo jiné nejen v okamžitých stavebně technických opatřeních, ale i v koncepčních řešeních a s tím související územně plánovací předpoklady rozvoje obcí a měst. Jedním z hlavních cílů letošní konference je rámcově popsat zásady ochrany měst ohrožených povodněmi a na praktických příkladech naznačit strategii urbanistického rozvoje těchto měst. Na příklad v Praze vznikl světově unikátní systém stacionárních i mobilních protipovodňových opatření, který uznávají mezinárodní odborníci a který je městem neustále díky pravidelným cvičením a kontrolám obhospodařován tak, aby metropoli před příští podobnou živelnou katastrofou spolehlivě ochránil. Území zničená povodní dostala zcela novou podobu a rekonstrukční práce jim vdechly nový život.

Rádi a záměrně připomínáme témata, kterým se naše konference v uplynulých sedmi letech věnovala. Jednotlivá témata byla nazvána „Železnice a město“, „Zdravé město z pohledu městského inženýra“, „Letiště a město“, „Sportovní stavby a město“, jubilejní 15. ročník v roce 2010 byl věnován problematice s básnickým názvem: „Bylo tady město, krajina...“, téma dalšího ročníku bylo nazváno „Od vojenského k civilnímu“ a loni jsme se věnovali tématu „Lázně a město“. Důvodem pro připomenutí témat posledních sedmi ročníků je skutečnost, že právě v průběhu jubilejního 10. ročníku byla ustavena Vědecká rada konference „Městské inženýrství Karlovy Vary“. Radu tvoří zástupci České, Slovenské, Bavorské, Saské a Durynské inženýrské komory, dále zástupci VBI Deutschland (Svaz poradních inženýrů Německa), Českého svazu stavebních inženýrů, České společnosti městského inženýrství ČSSI, Fakulty stavební VŠB – TU Ostrava a Fakulty stavební ČVUT Praha.

Je nesporně zásluhou Vědecké rady, že i při podrobnějším prostudování projednávaných témat lze konstatovat, že má konference opravdu promyšlenou dramaturgii. Praxe jednoznačně potvrdila úspěšnost střídání témat jednotlivých ročníků konference. Změnou témat jednotlivých ročníků se dlouhodobě podařilo konferenci udělat zajímavou a přitažlivou. Zásluhou Vědecké rady je

¹ Ing. Svatoopluk Zídek, předseda OK ČKAIT Karlovy Vary, člen představenstva ČKAIT a prezidia ČSSI, hlavní organizátor konference, e-mail: karlovyvary@ckait.cz

nejen výběr témat, ale i výběr konkrétního programu jednotlivých ročníků a návrh opravdu zajímavých příspěvků, umožňující nejen pohled na problematiku městského inženýrství podle jednotlivých témat, ale i z pohledu jednotlivých evropských zemí. Její zásluhou je i každoroční vydávání *Sborníku konference* obsahující nejen přednesené, ale i některé další zajímavé příspěvky. Rádi připomínáme, že nejzajímavější příspěvky z konference jsou každoročně publikovány i v časopise *Stavebnictví*, který pro svých téměř 33 tisíc členů vydává Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků, Český svaz stavebních inženýrů a Svaz podnikatelů ve stavebnictví ČR.

Dovolíme si jednoznačně prohlásit, že bez kvalitního fungování Vědecké rady konference by byl další vývoj konference velice problematický. Činnost Vědecké rady se postupně vyvinula ze spolupráce při přípravě konference i v opravdu mezinárodní kolegiální spolupráci evropských inženýrů. Zasedání Vědecké rady, které se koná vždy v prvních měsících roku, již hostila nejen města Karlovy Vary a Praha, ale na pozvání ostatních partnerů i Bratislava, Ostrava, Würzburg, Postupim a Drážďany. Stalo se dobrou tradicí, že domácí vždy připraví pro členy Vědecké rady v hostitelských městech i zajímavý odborný program. Na letošním jednání v Drážďanech pozval představitel Durynské inženýrské komory Dipl.- Ing. Bartl členy Vědecké rady na příští jednání do Výmaru.

Rádi bychom poděkovali dosavadnímu předsedovi Vědecké rady konference Prof. Ing. Vítězslavu Kutovi, CSc. za jeho dosavadní práci ve prospěch konference. Podařilo se mu vytvořit z jednotlivých členů rady opravdu kolektiv v tom pravém slova smyslu.

Novým předsedou Vědecké rady konference byl na letošním zasedání jednomyslně zvolen doc. Ing. František Kuda, CSc. z Fakulty stavební VŠB – TU Ostrava, předseda České společnosti městského inženýrství ČSSI, viceprezident ČSSI.

Přejeme všem účastníkům konference, členům Vědecké rady i nám všem úspěšné pokračování konference „Městské inženýrství Karlovy Vary“ i v následujících letech.

*18. mezinárodní konference Městské inženýrství Karlovy Vary 2013
„POVODENĚ A MĚSTO“*





MANAGEMENT POVODŇOVÝCH RIZIK – VÝZVA PRO OBCE

Uwe Müller²

Abstrakt

Tento příspěvek obsahuje vybraný přehled rozsáhlých metodických a inženýrských prací z oblasti managementu povodňových rizik na příkladu Svobodného státu Sasko v době po povodních v roce 2002. Všechny zde zmíněné odborné práce jsou zařazeny do cyklu integrovaného managementu povodňových rizik. Naznačím zde tato dílčí témata: koncepce protipovodňové ochrany, mapy povodňových rizik a nebezpečí, analýzy událostí, předběžné hodnocení rizik, pilotní projekty k plánům zvládání povodňových rizik, potenciály škod a povodňové zpravodajství.

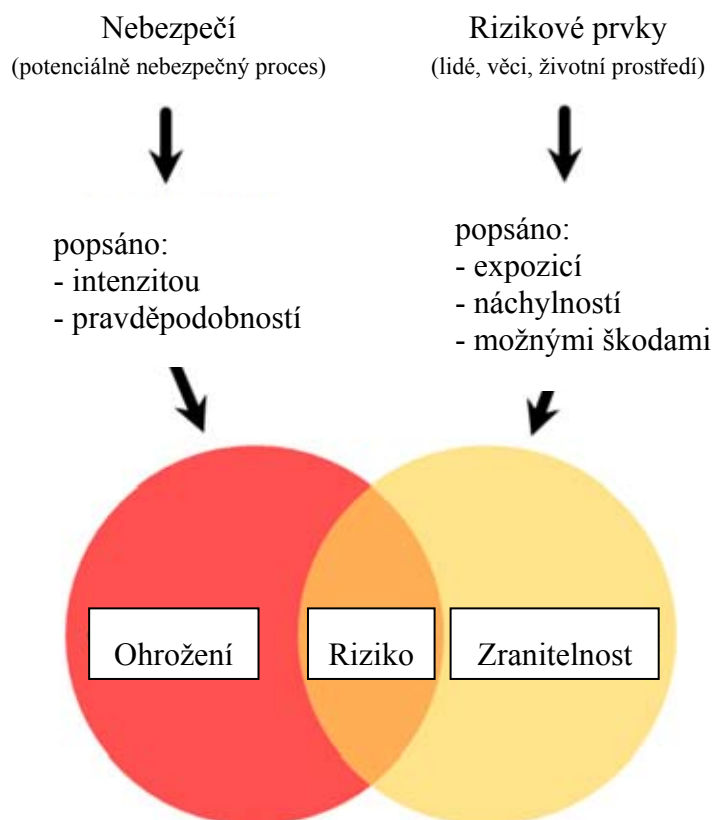
Integrovaný management povodňových rizik

V článku 7 směrnice Evropského parlamentu o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik (směrnice 2007/60/ES) [2] je uvedeno, že plány pro zvládání povodňových rizik mají zohledňovat všechny aspekty managementu povodňových rizik (MPR), přičemž se hlavní důraz klade na zabránění povodním, ochranu před nimi, prevenci, předpovědi povodní a systém včasného varování. Aby bylo možno další závěry uvést do kontextu MPR, měli bychom nejprve stručně vysvětlit povodňové riziko a pak integrovaný MPR.

Povodňové riziko je ve Směrnici 2007/60/ES definováno jako součin pravděpodobnosti výskytu povodně a potenciálních negativních důsledků způsobených povodní (povodňové škody) pro zdraví lidí, životní prostředí, kulturní dědictví a ekonomické činnosti. Protože je třeba při posuzování vzít v úvahu také zranitelnost chráněných věcí, je na *obr. 1* povodňové riziko znázorněno jako interakce ohrožení a zranitelnosti. V dalším průběhu tohoto příspěvku budeme tuto podrobnější definici rizika používat, protože nám umožňuje přihlédnout také k expozici, škodnímu potenciálu a náchylnosti chráněných věcí.

Nakládání s riziky se označuje jako management rizik. Obvyklé strategie zvládání rizik jsou zabránění rizikům, snížení rizik, omezení rizik, přenos rizik a přijetí rizik.

² Dr.-Ing. Uwe Müller, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Zur Wetterwarte 11, 01109 Dresden; Tel. ++49 351 8928 4000, E-Mail: Uwe.Mueller@smul.sachsen.de



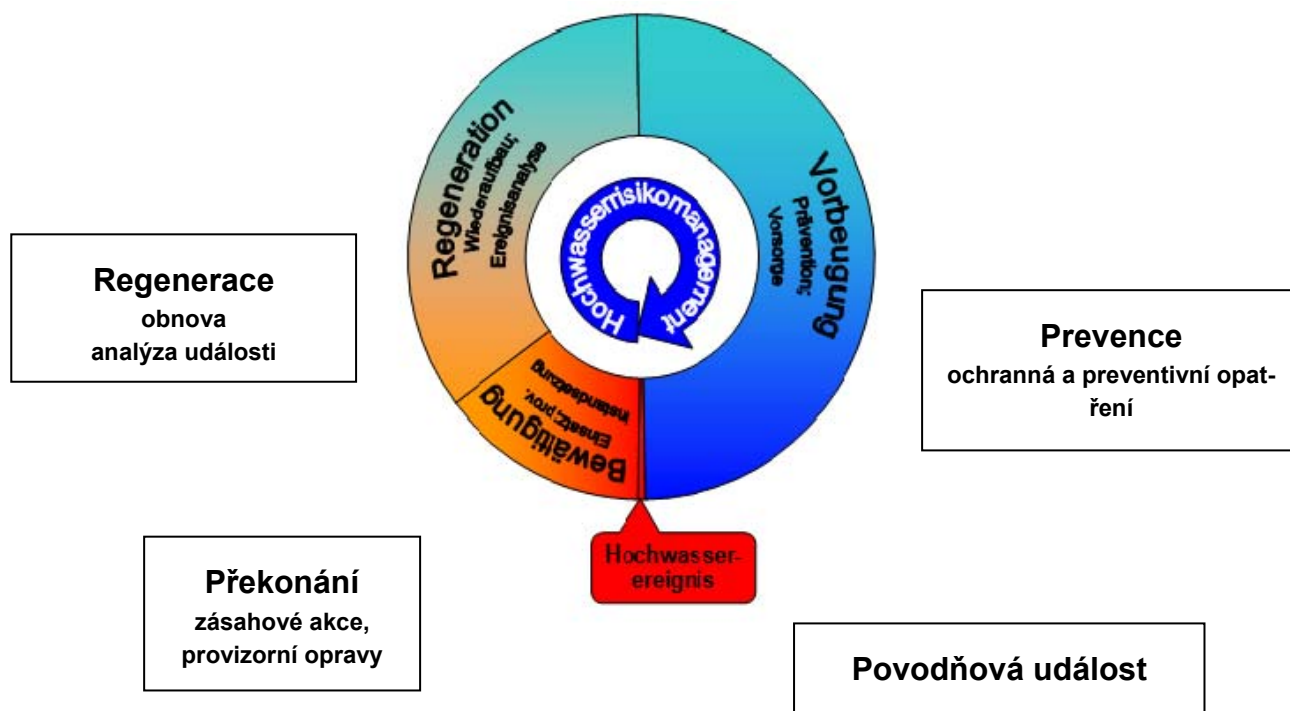
Obr. 1 Riziko jako výsledek interakce ohrožení a zranitelnosti [5]

Management povodňových rizik lze znázornit jako koloběh rizik (cyklus nebo spirála), protože jej chápeme jako nepřetržitý a iterativní proces se zohledněním co nejvíce rovin. Pro další výklady v tomto příspěvku použijeme cyklus znázorněný na obr. 2, který obsahově odpovídá také doporučením Spolkového sdružení ministerstev vodního hospodářství (LAWA) [3].

Jednotlivé fáze cyklu managementu povodňových rizik lze popsat následujícím způsobem. Povodeň je odtoková událost s hodnotami stavu nebo průtoku vody, které převyšují definovanou kritickou hodnotu. Zvládání povodně slouží k omezení míry a doby trvání povodňové katastrofy. Ve fázi regenerace musí být vytvořeny všechny předpoklady pro normální každodenní provoz a do fáze prevence spadají všechny aktivity (prevence) zaměřené na snížení zranitelnosti povodněmi. Podrobné vysvětlení jednotlivých fází je obsaženo v literatuře [5].

Znázorněný cyklus managementu povodňových rizik oslovuje mnohé obory a aktéry i z jiných oblastí než vodohospodářství (např. obce). Cílem integrovaného managementu povodňových rizik je vedle uvědomění si rizika (přijetí rizika) dosáhnout co největšího zabránění, snížení nebo omezení povodňového rizika za účasti všech postižených a aktivních účastníků ze všech úrovní, všemi prostředky, které jsou k dispozici, ve všech fázích cyklu daného rizika [5].

Management povodňových rizik



Obr. 2 Cyklus managementu povodňových rizik [5]

Povodňová událost

Povodňové události přicházejí většinou náhle a s předtím nepoznanou intenzitou. Sasko bylo v minulých letech 2002, 2006 a 2010/2011 postiženo několika povodněmi. Takzvaná povětrnostní situace V b vedla v srpnu 2002 k nejvyšším hodnotám denního úhrnu srážek, které byly kdy v Německu naměřeny. Tato extrémní událost ze srpna 2002 byla jednou z nejhorších povodňových katastrof v Evropě, která způsobila škody ve výši cca 18,5 miliard Euro a připravila o život 37 lidí. Nejvíce postiženo bylo Německo se škodami ve výši 9,2 miliard Euro, a dále Rakousko a Česká republika, každý se škodami 3,0 miliard Euro. Téměř polovina povodňových škod připadla na Německo a z toho se cca 80 % odehrálo ve Svobodném státě Sasko, kde byly povodněmi přímo postiženy dvě třetiny saských obcí a odkud bylo nahlášeno všech 21 německých obětí na životech [5].

U srpnových povodní z roku 2002 je nutno pro Sasko rozlišovat tři dílčí události. První část těchto událostí, kterou lze označit jako povodně z přívalových dešťů, postihla 12. a 13. srpna 2002 vodní toky v povodí řek Zwickauer Mulde, Freiburger Mulde a přímé levé přítoky Labe při pohledu po proudu. Zde byly rozhodující dynamické procesy. Druhá část událostí postihla 13. a 14. srpna 2002 řeku Vereinigte Mulde (spojený tok po soutoku řek Zwickauer Mulde a Freiburger Mulde – pozn. překl.). Tato část, která již nebyla tak dynamická, se vyznačovala zátopami vzniklými protržením cca 100 ochranných hrází v důsledku vysokých stavů vody. Třetí část událostí

postihla teprve o čtyři dny později samotné Labe a vyznačovala se extrémně vysokými stavy vody [5]. Podstatně podrobnější vysvětlení lze najít v četných publikacích, např. [1] nebo [5].

Překonání povodně

Do této fáze spadají veškeré děje a opatření prováděné za účelem omezení míry a doby trvání povodňové katastrofy. Jsou to zejména zásahové akce, k nimž patří vyhlášení poplachu, zachraňování, okamžitá opatření k odvrácení škod (např. evakuace, pytle s pískem...) a péče o oběti povodní (např. nouzové ubytování, stravování, lékařská péče...); dále provizorní opravy / zajištění životně důležitých zařízení (např. nemocnice, vodárny...), dopravních komunikací a zásahových cest, komunikačních drah (např. telekomunikace, internet...), potrubí a vedení (např. voda, elektřina, kanalizace...), zásobování potravinami, likvidace odpadů a dokumentace povodňové události i jejího překonávání.

Hlavními aktéry v této fázi jsou orgány civilní ochrany, vodoprávní a vodohospodářské orgány, střediska sběru informací, správci vodních toků a provozovatelé vodních děl, obce a další orgány. Největší výzvou pro aktéry je zejména logistické zvládnutí všech úkolů, které je nutno vyřídit v krátkém časovém horizontu. To chceme dále demonstrovat na několika příkladech.

V rámci překonání povodně bylo nutno mj. provést mnoho evakuací. Jen v tehdejší okrese Saské Švýcarsko muselo být velmi rychle evakuováno 20 459 osob, které bylo třeba někde ubytovat a odpovídajícím způsobem zaopatřit.

Orgány civilní ochrany mohly pro splnění svých úkolů použít četné zdroje federace, zemí, pomocných organizací a dobrovolníků. Zásahu se tak například účastnilo cca 20.000 vojáků Spolkové armády (Bundeswehr), 5 000 příslušníků policie, 4 000 zásahových sil Spolkové ochrany hranic (Bundesgrenzschutz), 8 000 pomocníků Spolkového institutu civilní ochrany (Technisches Hilfswerk) a tisíce dalších pomocníků. Jako zástupce rozsáhlého zapojení techniky do záchranných prací a evakuací zde zmíníme pouze letecké zásahové síly (50 letů stíhaček Tornado, 1 Airbus A 300, 14 letadel Transall, 14 nákladních vrtulníků CH-53, cca 29 dalších vrtulníků). Zásahy všech pomocných sil i techniky bylo nutno odpovídajícím způsobem koordinovat [5].

Všechny rezorty měly také za úkol evidovat škody, aby bylo vůbec možno provést odhad situace. Stovky inženýrů musely zdokumentovat škody na těchto stavbách:

- cca 25 000 poškozených domů (včetně 400 případů úplného zničení),
- cca 20 000 škod na vodních tocích a vodohospodářských zařízeních,
- cca 740 km poškozených nebo zničených silnic,
- cca 20 % poškozených nebo zničených kolejí v saské železniční síti,
- cca 470 poškozených nebo zničených mostů,
- cca 280 poškozených sociálních zařízení,

- cca 11,2 % poškozených saských škol,
- přes 115 poškozených stavebních památek,
- a na četných saských kulturních památkách [5].

Zpětně bylo možno konstatovat, že rozložení povodňových škod z roku 2002 do regionů a oblastí infrastruktury v Sasku odpovídá škodnímu potenciálu různých druhů využití na územích, která byla identifikována jako ohrožená povodněmi. Smysl má nadrezortní systém evidence škod s modulární strukturou, neboť vede podstatně účinněji k získání přesnějších informací o škodách.

Jako poslední příklad má posloužit jedno z okamžitých opatření na vodních tocích. Jak ohromné nasazení osob a zdrojů na opatření pro zabezpečení ochranných hrází bylo potřebné, ozřejmíme na příkladu aktivit na řece Vereinigte Mulde. Na řece Muldě byla pro konec srpna 2002 vydána opětovná povodňová výstraha, což znamenalo velké nebezpečí pro území, která nyní již nebyla chráněna. Proto bylo během pěti dnů všech 95 míst na Muldě, kde hrozilo protržení hrází, provizorně uzavřeno a byla zabezpečena další poškozená místa. K tomu byly nutné tyto zdroje:

- 40 inženýrů ze 7 inženýrských kanceláří,
- 27 stavebních podniků,
- 297 těžkých nákladních automobilů,
- 71 bagrů,
- 45 pásových vozidel,
- 43 válců
- a 210 000 m³ zeminy.

Logistická náročnost byla obrovská. Tady se zřetelně ukázalo, že to byly většinou pouze středně velké stavební podniky, které byly flexibilní a disponovaly příslušnými zdroji. Velké stavební koncerny neměly k dispozici pracovníky ani mechanizaci.

Jak důležité je pak také trvalé zabezpečení míst, která hrozí protržením hráze, má být ozřejmeno na dvou následujících situacích. Na jaře 2005 proběhla na řekách Mulde a Elbe takzvaná jarní povodeň. Protože mezi tím byly provedeny analýzy stavu ochranných hrází, jejichž výsledky odhalily stavební stav a vnitřní poškození hrází, bylo před vrcholem povodňové vlny ve velmi krátké době zabezpečeno cca 44,5 km hrází ochranným filtrem. Při tom bylo prostavěno cca 341 000 m³ materiálu. Podobná konstelace nastala ještě jednou na jaře roku 2006, kdy byl průtok Labe po dlouhou dobu velmi vysoký. I zde bylo ještě zabezpečeno dalších 17 km hrází na Labi ochranným filtrem, přičemž se spotřebovalo cca 120 000 m³ filtračního materiálu. Při obou akcích bylo nutno opět zvládnout logistickou výzvu, což se podařilo velmi dobře [5].

Regenerace

Fáze regenerace slouží k vytvoření všech předpokladů pro normální každodenní provoz a lze ji rozdělit do dvou hlavních polí činnosti. Na jedné straně je důležité vypracování dokumentace události a její analýza, kterou tvoří analýza procesu, analýza rizik, analýza nedostatku ochrany a analýza zranitelnosti. Jen pomocí takového rozboru lze zjistit slabiny a lépe se připravit na budoucí události. Proto také každé postižené obci analýzu události doporučujeme. Aktuální, kvalifikovaná a obsáhlá dokumentace události je potřebná, aby se mj. vytvořila potřebná databáze pro pozdější analýzy, výpočty a simulace, které bude nutno provádět v rámci vlastní analýzy události nebo ve fázi povodňové prevence. Bez takové databáze jsou kalibrace a další zdokonalování modelů pro výpočty a analýzy možné jen těžko a v některých případech vůbec.

Druhou velkou výzvou je trvalá obnova životně důležitých zařízení (např. nemocnice, vodárny...), dopravních komunikací a zásahových cest, komunikačních drah (např. telekomunikace, internet...), potrubí a vedení (např. voda, elektřina, kanalizace...), zásobování potravinami, likvidace odpadů, budov, infrastruktury a průmyslových a podnikatelských objektů. Rozměr tohoto úkolu ozřejmuje bilance škod z roku 2002 pro Sasko ve výši 6 miliard Euro, kterou zde nebudeme podrobněji rozebírat. Jako příklad pouze zmíníme, že pro rozumné a rychlé odstranění škod (cca 20 000 škod ve výši cca 1,3 miliardy Euro) bylo nutno na státních a komunálních vodohospodářských infrastrukturách vypracovat a realizovat strategie trvalé udržitelnosti a metody k určení priorit, o kterých se lze mj. dočíst v literatuře [5].

V okamžiku zrušení zvláštního stupně poplachu normálně přebírají úkoly opět standardní struktury. Protože povodně v srpnu 2002 měly obrovské dopady, trvaly akce na překonání povodně do konce roku 2002. Pro efektivní řízení tohoto procesu byly krizové štáby, které se po povodni zpravidla ruší, převedeny na koordinační střediska. Po ukončení popsanych hlavních úkolů byly zbývající úkoly těchto koordinačních středisek v lednu 2003 převedeny na standardní nebo provizorně vytvořené speciální struktury.

Již v této fázi regenerace začal Svobodný stát Sasko katastrofální povodně metodicky zpracovávat s cílem vytvořit za účelem postupného zlepšování protipovodňové ochrany investiční program na ochranu proti povodním. Nejprve byla provedena analýza události, poté byly zpracovány koncepce protipovodňové ochrany a mapy povodňových nebezpečí. Současně s tím byla vytvořena zemská vodní legislativa, na jejímž základě vypracovala Zemská správa přehrad (LTV) jako státní orgán příslušný pro údržbu vodních toků I. řádu a zemských vodních děl podle jednotného zadání a na základě nejnovějších poznatků pro všechny státní vodní toky I. řádu a pro část Labe ležící ve Svobodném státě Sasko 47 koncepcí protipovodňové ochrany. Zatím vypracovaly i obce více než 25 koncepcí protipovodňové ochrany pro komunální vodní toky a plochy. Tyto koncepce protipovodňové ochrany odpovídají plánům protipovodňové ochrany požadovaným ve starém vodohospodářském zákoně. V souladu s managementem povodňových rizik, který je vysvětlen výše, obsahují koncepce protipovodňové ochrany všechny rozhodující informace o prevenci povodní, které byly zpřístupněny i ostatním projektantům a aktérům v daném prostoru, zejména obcím a orgánům územního plánování. Tím koncepce protipovodňové ochrany po-

krývají většinu obsahu plánů pro zvládání povodňových rizik, požadovaných směrnicí 2007/60/ES, která vstoupila v platnost teprve později, a obsahují velmi mnoho nově zpracovaných metodických základů [5].

Protože ve Svobodném státě Sasko ještě nebyly s vypracováním koncepcí protipovodňové ochrany zkušenosti, byly s pomocí švýcarských expertů vypracovány první koncepce pro pět soustav vodních toků ve východním Krušnohoří. Základní postup při vypracování těchto koncepcí se opíral o doporučení švýcarského Federálního úřadu pro vodu a geologii [6] a v průběhu zpracování byl přizpůsobován saským poměrům. Mezi prvními pěti sledovanými soustavami vodních toků byly:

- Ketzerbach, Triebisch, a Wilde Sau s plochou povodí 397 km²;
- Rote Weißeritz, Wilde Weißeritz a Vereinigte Weißeritz s plochou povodí 385 km²;
- Lockwitzbach s plochou povodí 84 km²;
- Müglitz s plochou povodí 214 km²;
- Gottleuba, Seidewitz, Bahra, Bahre, Biela s plochou povodí 355 km².

V průběhu zpracování těchto prvních pěti koncepcí protipovodňové ochrany byla vyvinuta metodika pro zpracování všech dalších koncepcí ve Svobodném státě Sasko.

S pomocí pevně organizovaného postupu se podařilo během 8 měsíců zpracovat prvních pět koncepcí a vypracovat metodiku přizpůsobenou saským poměrům. Následující výčet má ukázat, které inženýrské práce realizovala Zemská správa přehrad se svými dodavateli ve velmi krátké době:

- 15. 11. 2002 – Zadání zaměření pomocí laserového skenování (lety nad cca 300 km² plochy a vypracování digitálních modelů terénu); dokončení 09. 01. 2003;
- 10. 12. 2002 – Zadání pilotních koncepcí protipovodňové ochrany;
- 20. 12. 2002 – Zadání pozemního vyměření (zaměření cca 3.500 profilů mostů a vodních toků; Ø 160/den); dokončení 30. 01. 2003;
- 20. 12. 02 – Zadání nového výpočtu všech srážkových a odtokových modelů; dokončení 20. 02. 2003;
- zpracování všech získaných geodetických dat a nových meteorologických údajů;
- průběžná koordinace a výměna informací mezi projektanty a Úřadem pro stavbu silnic, německými drahami (Deutsche Bahn AG), okresním úřadem a každých 14 dní se Zemskou správou přehrad.
- 31. 03. 2003 – Předložení zprávy se základy a omezujícími podmínkami pro opětnou zástavbu ve sledovaném území při různých hodnotách průtoku vodních toků (x-letá voda);
- 15. 07. 2003 – Předložení závěrečné zprávy koncepcí protipovodňové ochrany;

- 06. 08. 2003 – Kontrola předložených koncepcí protipovodňové ochrany Saským státním ministerstvem životního prostředí a zemědělství a jejich potvrzení jako základu pro rámcové vodohospodářské plánování;
- srpen 2003 – Zahájení realizace opatření uvedených v koncepcích (např. zadání studií proveditelnosti pro 10 stanovišť protipovodňových retenčních nádrží).

Za další rok bylo podle této metodiky dokončeno všech 47 koncepcí protipovodňové ochrany pro cca 3 000 km vodních toků a ploch I. řádu. Tyto koncepce obsahovaly mj. 568 map povodňových nebezpečí pro 540 míst při scénářích Q_{20} , Q_{50} , Q_{100} , Q_{200} nebo Q_{300} a EQ [extrémní událost – pozn. překl.].

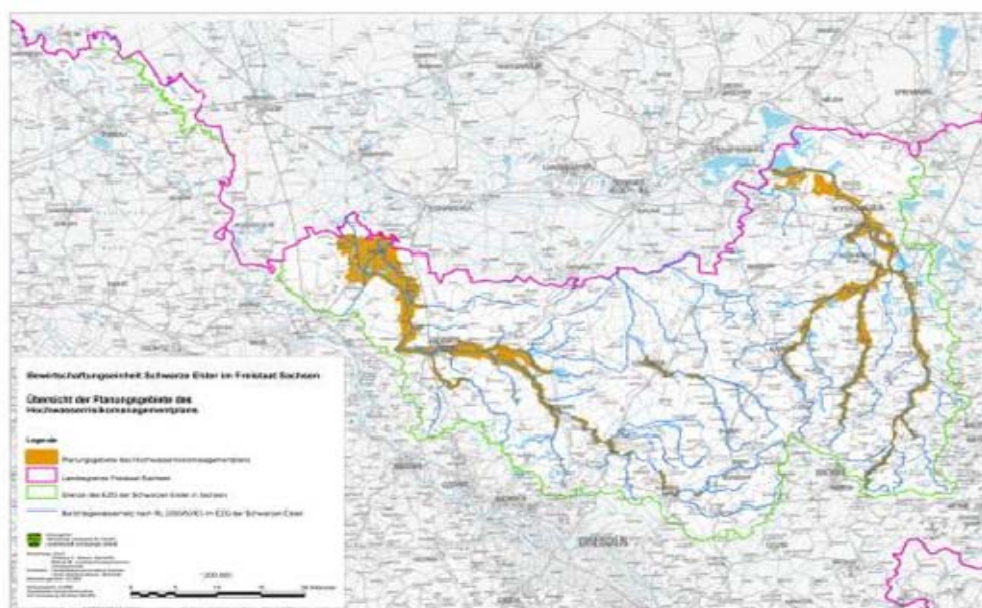
Prevence povodní

Fáze prevence povodní slouží ke snížení zranitelnosti při povodňových událostech. Poli činnosti v této fázi jsou: prevence spočívající v úpravě využití prostoru, označovaná také jako stavební prevence (např. vyhnutí se nebezpečím, přizpůsobení technologie výstavby...), územně plánovací opatření, označovaná také jako plošná prevence (např. zajištění retenčních prostorů...), přírodní protipovodňová ochrana (např. retence na ploše...), technická protipovodňová ochrana, mapy povodňových nebezpečí a povodňových rizik, zabezpečení proti povodním s prevencí rizik (např. pojištění, opatření na zajištění vlastní bezpečnosti), prevence v oblasti chování (např. povodňová cvičení...), příprava a udržování prostředků civilní ochrany, informační prevence (např. povodňové zpravodajství...) a plány pro zvládání povodňových rizik. Tato fáze také představuje těžiště činností podle směrnice 2007/60/ES a výzvu pro aktéry a tedy i pro obce.

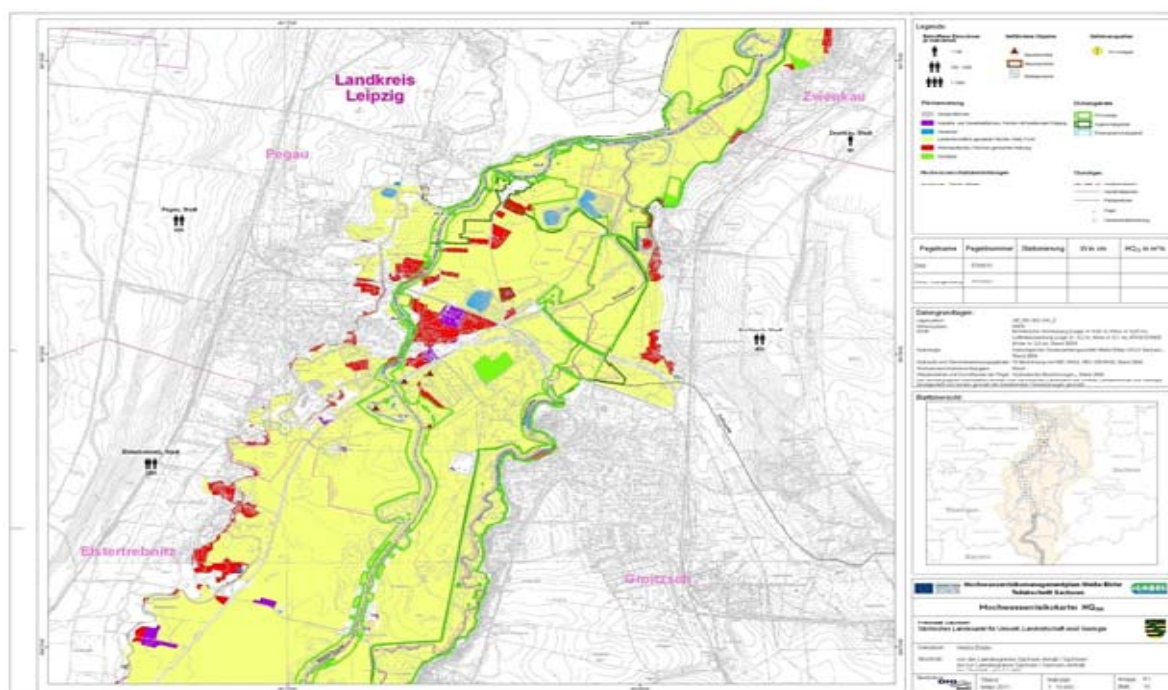
Popis veškerých aktivit povodňové prevence ve Svobodném státě Sasko by výrazně překročil doporučený rozsah tohoto příspěvku. Proto zde chci uvést pouze několik příkladů. Ještě je třeba předeslat, že Sasko předložilo své obsáhlé, již dříve provedené práce, tedy např. koncepce protipovodňové ochrany a mapy povodňových nebezpečí, ke schválení podle článku 13 směrnice 2007/60/ES do 22. 12. 2010.

Podle směrnice 2007/60/ES bylo třeba do 22. 12. 2011 provést předběžné zhodnocení povodňového rizika, což Sasko v daném termínu provedlo pro cca 3 200 km státních vodních toků a ploch včetně spolkové plavební cesty Labe a pro cca 4 000 km komunálních vodních toků a ploch. Příklad mapy z území řeky Schwarze Elster je uveden na *obr. 3*. V rámci evropského projektu ELLA byly navíc ještě zpracovány mapy škodního potenciálu.

Do prosince 2013 je nutno dokončit mapy povodňových nebezpečí a mapy rizik. Jak jsem již uvedl výše, 568 map povodňového nebezpečí pro vodní toky a plochy I. řádu a řeku Labe (cca 3 200 km) máme již od roku 2005. Pro vodní toky a plochy II. řádu se mapy zpracovávají. Mapy povodňových rizik jsou vypracovány na základě map povodňových nebezpečí podle doporučení Spolkového sdružení ministerstev vodního hospodářství LAWA (2010a) a brzy budou zveřejněny. Příklad takové mapy je uveden na *obr. 4*.



Obr. 3 Znázornění území s potenciálně významným povodňovým rizikem (Zemský úřad životního prostředí, zemědělství a geologie)



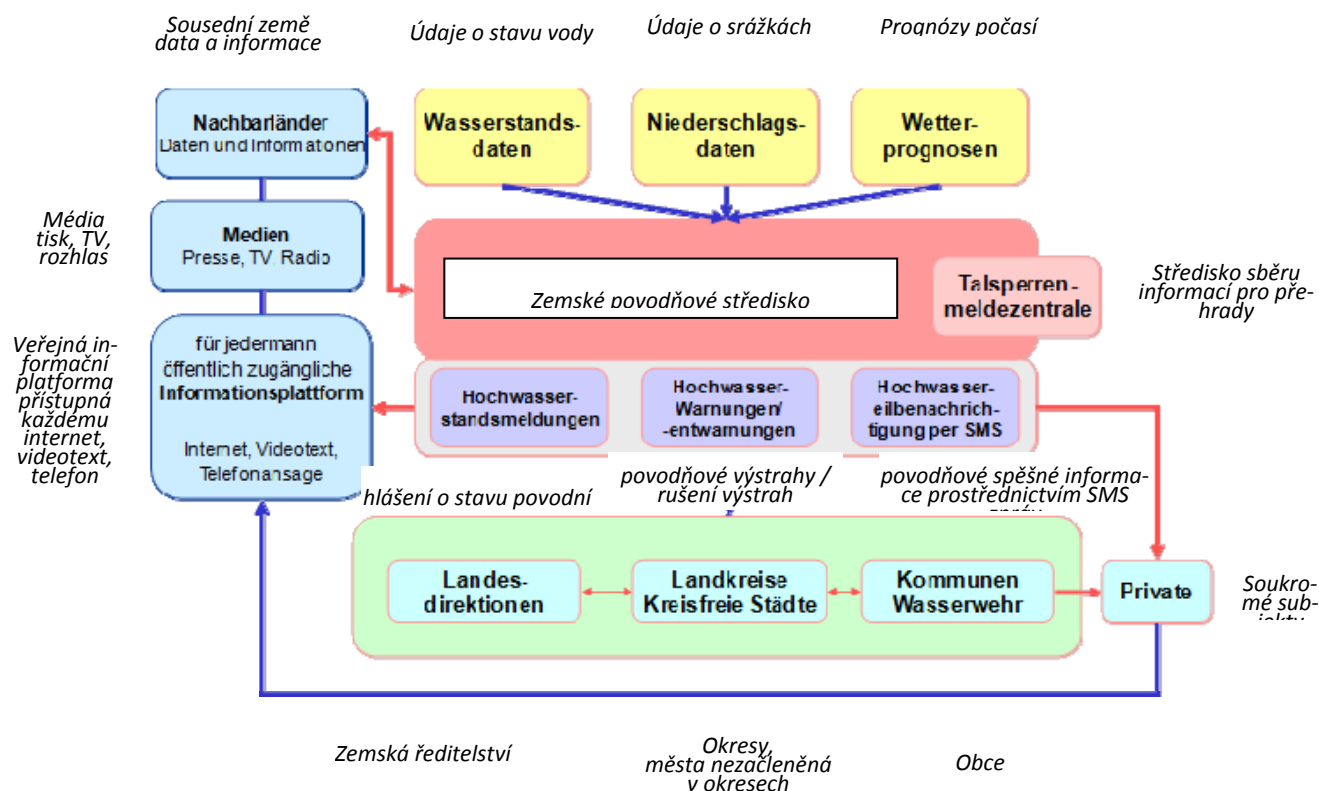
Obr. 4 Mapa povodňových rizik (Zemský úřad životního prostředí, zemědělství a geologie)

Podle směrnice 2007/60/ES je třeba do prosince 2015 vypracovat plány pro zvládání povodňových rizik. V Sasku již jejich zpracování velmi pokročilo. Pro státní vodní toky a plochy představují stávající koncepce protipovodňové ochrany výborné podklady, neboť již z velké části

odpovídají plánům pro zvládání povodňových rizik. V rámci evropských projektů LABEL a FLOOD-WISE bylo na pilotních územích provedeno rozčlenění a byly vypracovány plány pro zvládání povodňových rizik přesahující hranice jednotlivých spolkových zemí. Nyní je třeba aplikovat metodiku, jejíž platnost byla ověřena v pilotních územích, na celé území země a ve zjednodušené podobě na komunální vodní toky a plochy.

Zemská správa přehrad (LTV) realizovala již od roku 2003 takzvaná opatření z koncepcí proti-povodňové ochrany. Tyto komplexy převážně technických opatření ve smyslu plánů pro zvládání povodňových rizik, kterých je celkem více než 1 600, představují objem investic ve výši cca dvou miliard Euro. Pozoruhodná část těchto opatření je již realizována a snížila při povodních v letech 2006 a 2010/2011 povodňová rizika, a tím i škody. LTV rovněž provedla analýzy stavu cca 650 km ochranných hrází a jejich následné zpevnění. Analýze byla podrobena i vodní díla.

Na základě nových povodňových posudků vodních děl spadajících pod LTV byla provedena buď změna obvyklých povodňových retenčních prostorů, nebo došlo stavebními úpravami stávajících zařízení ke zlepšení jejich ochranných účinků při povodních nebo jejich bezpečnosti proti povodním. Tak se podařilo na stávajících vodních dílech, spadajících pod správu LTV, postupně rozšířit retenční prostory z 122,5 miliónů kubických metrů na 161,5 nebo v případě potřeby 167,0 miliónů kubických metrů. V rámci střednědobého programu stavby nádrží pak přibýly v Sasku k retenčním nádržím, které byly dokončeny už v roce 2002, ještě další.



Obr. 5 Zemské povodňové středisko Sasko (Zemský úřad životního prostředí, zemědělství a geologie)

Na závěr bych se rovněž rád stručně zmínil o podstatném vylepšení povodňového zpravodajství. Saský Zemský úřad životního prostředí, zemědělství a geologie provozuje jedno z nejmodernějších zemských povodňových středisek v Německu. Jeho struktura je znázorněna v *obr. 5*.

Zde se zpracovávají údaje (stav vody, srážky, počasí...) z vlastních sítí měření nebo z měření provozovaných jinými subjekty a rozšiřují se jako hlášení o povodňovém stavu nebo povodňové výstrahy prostřednictvím všech myslitelných informačních kanálů. Saskou zvláštností jsou spěšné informace o povodních pomocí SMS-zpráv. Po překročení stupně výstrahy 1 (a také stupně výstrahy 3) jsou příjemci přihlášení do systému (obce, soukromé subjekty...) informováni přímo a musí příjem zprávy také potvrdit. Tak má být zajištěna okamžitá informovanost o povodni.

Navíc ke svým četným nabídkám informací prostřednictvím různých médií vyvinulo Zemské povodňové středisko Sasko bezplatný software INGE (interaktivní mapa nebezpečí pro komunální protipovodňovou ochranu) pro obce, který je k dispozici také v češtině. INGE je software, který vizualizuje poplachové podklady obcí a poskytuje přehled o ohrožených objektech v závislosti na aktuálních resp. očekávaných stavech vody. INGE může sloužit místním orgánům a vedením zásahových jednotek jako nástroj pro rozhodování při plánování a realizaci boje proti katastrofě. V rámci INGE lze použít údaje o objektech, hladině vod, institucích a osobách, příslušnostech, poplachových informacích a vztazích ohrožení mezi objekty a referenčními hladinami vody. Dále existuje možnost připojit digitální fotografie, textové dokumenty a geoinformace. Tuto širokou databázi lze využít jako pomůcku pro nejdůležitější oblasti úkolů v komunálním managementu povodňových rizik a katastrof.

Další informace lze najít na internetové adrese:

<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/2562.htm>.

Literatura

- [1] Kolektiv autorů *Ereignisanalyse – Hochwasser August 2002 in den Osterzgebirgsflüssen (Analýza události – povodeň v roce 2002 na řekách východního Krušnohoří)*, Svobodný stát Sasko, Zemský úřad životního prostředí a geologie, článek L II-1/26, Dresden 2004.
- [2] Evropská unie *Směrnice 2007/60/ES Evropského parlamentu a Rady ze dne 23. října 2007 o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik*, (úřední věstník L 288 ze dne 06. 11. 2007, str. 27), 2007.
- [3] LAWA Spolkové sdružení ministerstev vodního hospodářství *Empfehlung zur Aufstellung von Hochwasserrisikomanagementplänen (Doporučení k sestavení plánů pro zvládání povodňových rizik)*, Spolkové sdružení ministerstev vodního hospodářství, Dresden 2010.
- [4] LAWA Spolkové sdružení ministerstev vodního hospodářství *Empfehlung zur Aufstellung von Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten (Doporučení k vypracování*

map povodňových nebezpečí a map povodňových rizik) Spolkové sdružení ministerstev vodního hospodářství, Dresden 2010.

- [5] MÜLLER, U. *Hochwasserrisikomanagement – Theorie und Praxis (Management povodňových rizik – teorie a praxe)*, Vieweg u. Teubner Verlag, Wiesbaden 2010.
- [6] Švýcarsko *Hochwasserschutz an Fließgewässern, Wegleitung 2001 (Protipovodňová ochrana na vodních tocích, vedení cest)* Federální úřad pro vodu a geologii, Biel 2001.

PROTIPOVODŇOVÁ OCHRANA MĚSTA FLÖHA V PODHŮŘÍ KRUŠNÝCH HOR – PROJEKTY SPLŇUJÍCÍ ZÁKONNÉ POŽADAVKY

Jörg Menge³, Nadine Schippel⁴

Město Flöha leží na soutoku řek Flöha a Zschopau v podhůří Krušných hor a téměř celoplošná záplava při hloubce vody cca 0,5 až 1,0 m z ní udělala jednu z obcí v Sasku, které byly nejvíce postiženy povodňovými událostmi. V budoucnu má být město Flöha díky vybudování nových a zvýšení stávajících ochranných staveb chráněno před povodněmi do úrovně Q_{100} . Ke schválení těchto opatření je potřeba zvláštního zjišťovacího řízení (Planfeststellungsverfahren). Pro zjednodušení řízení bylo celé území rozděleno do 5 schvalovacích úseků. Jako příklad zde představujeme dílčí úsek č. 8. V popředí při tom stojí vysvětlení omezujících podmínek projektování a úřední postup zjišťovacího řízení s časovým průběhem, který je třeba dodržet.

Úvod

Město Flöha leží na dvou vodních tocích 1. řádu Zschopau a Flöha. Povodně v srpnu 2002 způsobily plošné zaplavení téměř celého území města, a v důsledku toho značné škody.

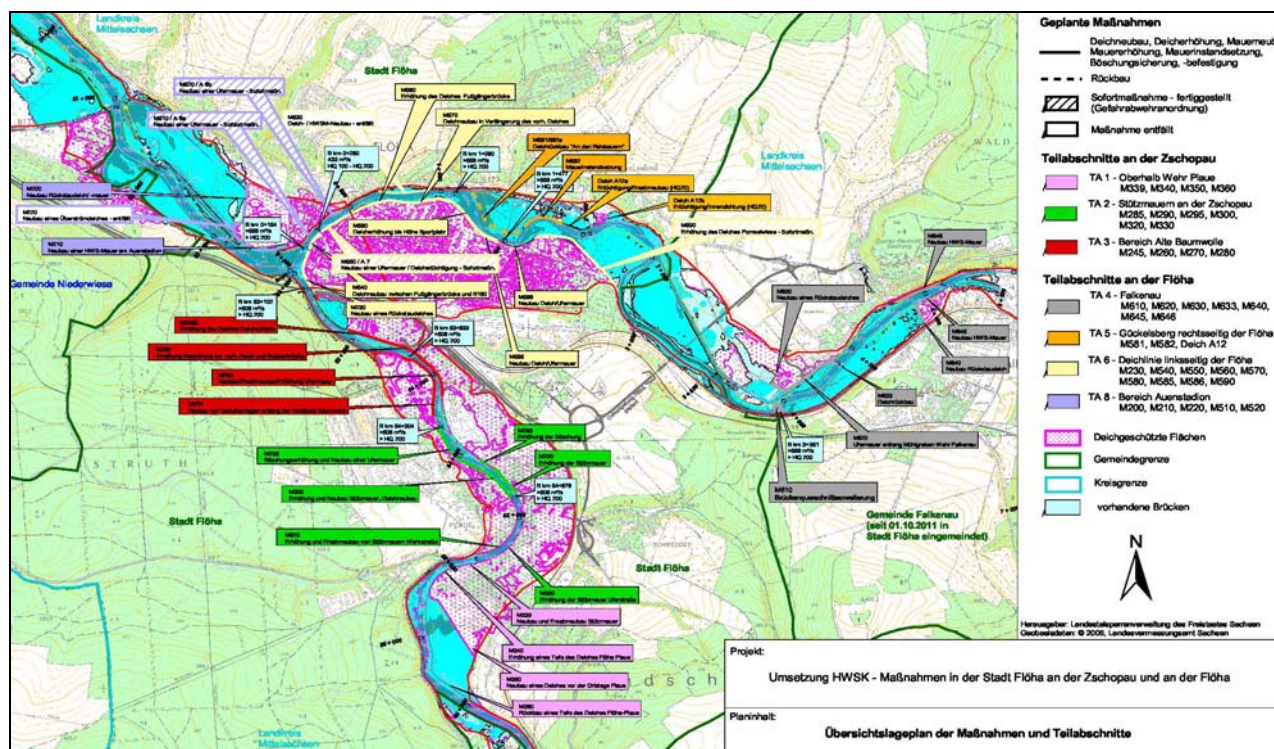
Zemská správa přehrad (LTV) Svobodného státu Sasko jako orgán příslušný pro údržbu vodních toků a ploch 1. řádu a stavby na nich nechala vypracovat koncepce protipovodňové ochrany (KPO). Tyto koncepce měly za úkol pro definované povodňové události nově vypočíst zaplavené plochy, evidovat možná nebezpečná místa a mechanismy selhání a pro ohrožená města a obce předložit návrh ochranných opatření. Ve výsledku byla pro město Flöha navržena četná opatření na ochranu proti povodním. Tato opatření slouží k ochraně bytové a podnikatelské zástavby města Flöha před stoletou vodou.

V rámci vypracování návrhu a projektu pro stavební povolení probíhalo podrobné rozplánování opatření na ochranu proti povodním a posouzení jejich dopadů. Z důvodu velké plochy území města Flöha a toho, že město je ohrožováno dvěma vodními toky, bylo zpracovávané území rozděleno podle hydraulického působení do několika dílčích úseků (viz *obr. 1*). Projektování a schvalování těchto dílčích úseků probíhalo odděleně.

³Dipl.-Ing. Jörg Menge, Grontmij GmbH, Tieckstraße 3, 04275 Leipzig, e-mail: joerg.menge@grontmij.de

⁴Dipl.-Geogr. Nadine Schippel, Grontmij GmbH, Tieckstraße 3, 04275 Leipzig, e-mail: nadine.schippel@grontmij.de

Projektovaná protipovodňová opatření zahrnují zvýšení ochranných hrází a vybudování nových, vybudování ochranných protipovodňových zdí, ale také demolice ochranných hrází resp. jejich vynětí z veřejných zařízení nebo přeložení.



Obr. 1 Přehledná situace opatření a dílčích úseků ve městě Flöha

V dalším textu bude představeno navrhování pro dílčí úsek (DÚ) 8. Dílčí úsek 8 (na obr. 1 je znázorněn fialově) zahrnuje oblast ústí řeky Flöha do řeky Zschopau.

Popis opatření dílčího úseku 8

Popis situace

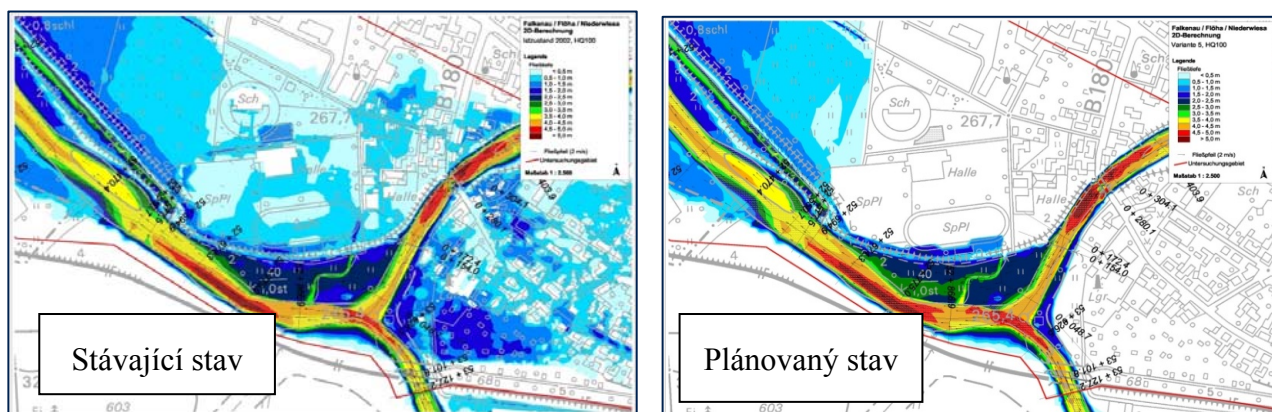
Dílčí úsek 8 leží v místě, kde řeka Flöha ústí do Zschopau. Projektované zastavěné území „Turnerstraße“ s městským gymnáziem, četnými sportovišti (stadion), bytovou a podnikatelskou zástavbou již bylo ochrannými hrázemi chráněno před povodněmi do úrovně Q_{20} . Pro ochranu před povodněmi úrovně Q_{100} nejsou tyto hráze dostatečně vysoké. Podle hrubého odhadu podle obytných budov viditelných na leteckém snímku by takovou povodní bylo postiženo cca 50 obyvatel přímo a navíc by byl zasažen areál gymnázia Samuela von Pufendorfa (cca 650 žáků a zaměstnanců). Předpokládáme-li že ochranná hráz při úrovni Q_{100} selže, vychází nám zátopy na ploše cca 120 000 m². Očekávaná škoda činí cca 1,5 – 2,0 mil. €.



Obr. 2 Opatření dílčího úseku 8, Flöha

Hydraulický výpočet

Základem projektování protipovodňových opatření je hydraulický výpočet. Byl proveden jako dvojrozměrný výpočet pomocí modelu Hydro_AS-2D pro současný i plánovaný stav při Q_{20} , Q_{50} a Q_{100} . Hodnoty vodní hladiny při Q_{100} plánovaného stavu slouží jako návrhové hodnoty vodní hladiny pro protipovodňová opatření. Porovnáním plánovaného stavu se skutečným (rozdílové mapy) bylo mimoto provedeno zhodnocení účinků těchto opatření na změnu hodnot vodní hladiny a tedy na zhoršení resp. zlepšení situace u jednotlivých postižených. Obr. 3 ukazuje stávající stav při Q_{100} a plánovaný stav při Q_{100} pro území dílčího úseku 8. Znáznorněný plánovaný stav je výsledkem posouzení několika variant při současném rozboru užitku a nákladů.



Obr. 3 Plochy záplav při Q_{100} v úseku DÚ 8 pro stávající a plánovaný stav

V důsledku přetečení ochranných hrází na řece Flöha při větších povodňových událostech si řeka Flöha zkrátí svou cestu do řeky Zschopau, a proud potoče zástavbou a přilehlými nivami. Navíc se voda z řeky Zschopau, proudící od jihu, nahromadí na území sportovního areálu. Pomocí opatření M510 a M520 – vybudování ochranných protipovodňových zdí na pravém břehu řeky Flöha na základě vyhlášky o odvrácení nebezpečí byla již část protipovodňových opatření DÚ 8 realizována. Zbývající opatření DÚ 8 zahrnují M210, tedy zvýšení stávajícího úseku ochranné hráže na délce 75 m a vybudování nové ochranné protipovodňové zdi na délce 335 m (železobetonové nosníky s betonovými vrtanými pilotami) a M200, vybudování ochrany před vzdutou vlnou ve formě zdi z monolitického betonu s plošným založením pod zástavbou po proudu řeky.

Omezující podmínky

Řeky Flöha a Zschopau a zejména prostor ústí řeky Flöha do Zschopau jsou přírodním územím chráněným podle směrnice Rady 92/43/EHS (břeh řeky podél ochranné hráže, výskyt vydry). Průtočný průřez je již omezen stávajícími stavbami protipovodňové ochrany. Zástavba, nacházející se bezprostředně za hrází M210 dovoluje přeložení hráže jen ve velmi malém rozsahu. U říčního kilometru 52 + 575 je v místě rozebraného jezu úzký profil z hlediska hydrauliky. V okolí náhonu se vyvinul zvlášť chráněný biotop resp. primární typ ekosystému (olšovo-jasanový lužní les). Stávající ochranná hráz (M210) je v souvislosti s chráněným přírodním územím „Zschopautal“ místem výskytu cenného stromového porostu.

⇒ Je třeba zabránit zabírání pobřežních ploch podél ochranných hrází / chráněného přírodního území.

V důsledku zvýšení linie protipovodňové ochrany již nedojde ke zkrácení toku řeky zástavbou. Veškerá voda řeky Flöha bude muset projít jejím ústím. To povede na jedné straně k poklesu vodní hladiny na (spodní) nivě, na druhé straně ke zvýšení hladiny vody a rychlosti jejího proudění v korytu.

⇒ Je třeba zabránit zvýšení hladiny vody resp. zhoršení a vytváření nových postižených míst

Na koruně hráze navíc vede cyklistická a pěší stezka, která má jako „Zschopautalradweg“ (cyklostezka údolím řeky Zschopau) nadregionální význam a jako cesta do školy musí splňovat zvláštní požadavky. Ochranná hráz s cyklostezkou navazuje na další ovlivňující faktor, a sice most pro pěší přes řeku Flöha.

⇒ Cyklistický provoz je třeba zajistit i v době výstavby.

V okolí ochranné hráze prochází několik přírodních a kanalizačních potrubí, zejména jednotná kanalizace DN 1.200, vysokotlaké plynové potrubí DN 300 a několik potrubí pro odvod dešťové vody ze zástavby do řeky Zschopau.

⇒ Je třeba zabránit přeložkám potrubí resp. je redukovat na minimum.

Vybudováním zařízení protipovodňové ochrany bude potlačen volný odtok vody z území. Je třeba beze škod odvést průsakovou vodu.

⇒ Je třeba zajistit odvodnění bezodtokové oblasti pro případ silných srážek ve vnitrozemí a pro případ povodní až do úrovně návrhové události, a pro případ extrémních událostí nad návrhovou povodeň.

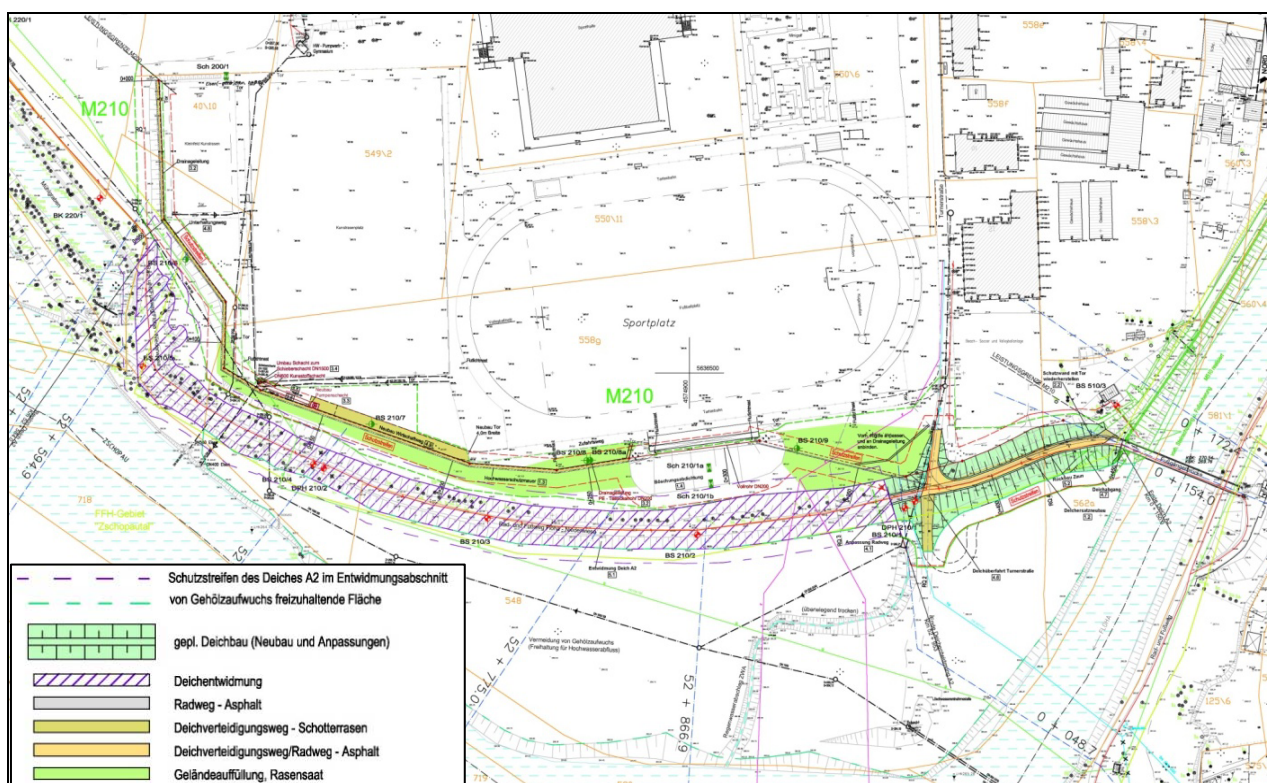
Řešení preferované projektanty

Nutnost zabránit dalšímu záboru pobřežních ploch a zachovat stromový porost vyloučila zvýšení stávající hráze. Zvýšení hráze má být provedeno pouze na úseku o délce 75 m mezi mostem pro pěší a úsekem hráze. Pod nadjezdem hráze bude za hrází a v bezprostředním sousedství plotu stadionu vybudována na délce 355 metrů nová ochranná protipovodňová zeď.

Stará hráz zůstane zachována, ztratí však svou ochrannou funkci a bude vyňata z veřejných zařízení.

V nejnižším místě terénu bude vybudována čerpací a uzavírací šachta s odvodňovacím potrubím do řeky Zschopau, na ni bude navazovat drenážní potrubí ochranné protipovodňové zdi. V případě povodně nebude volné odvodnění do řeky Zschopau možné, potrubí bude uzavřeno a voda se bude pomocí mobilních čerpadel čerpat do Zschopau.

Za účelem nutnosti zohlednění velkého počtu omezujících podmínek a požadavků, vyplývajících ze schvalovacího řízení, a za účelem koordinace jednotlivých dílčích úseků celkového projektu pro město Flöha se konaly a konají pravidelná jednání mezi investorem, technickým projektantem, projektantem z orgánu ochrany životního prostředí a městem Flöha (stavební úřad).



Obr. 4 Situační výkres opatření M210 úseku DÚ 8

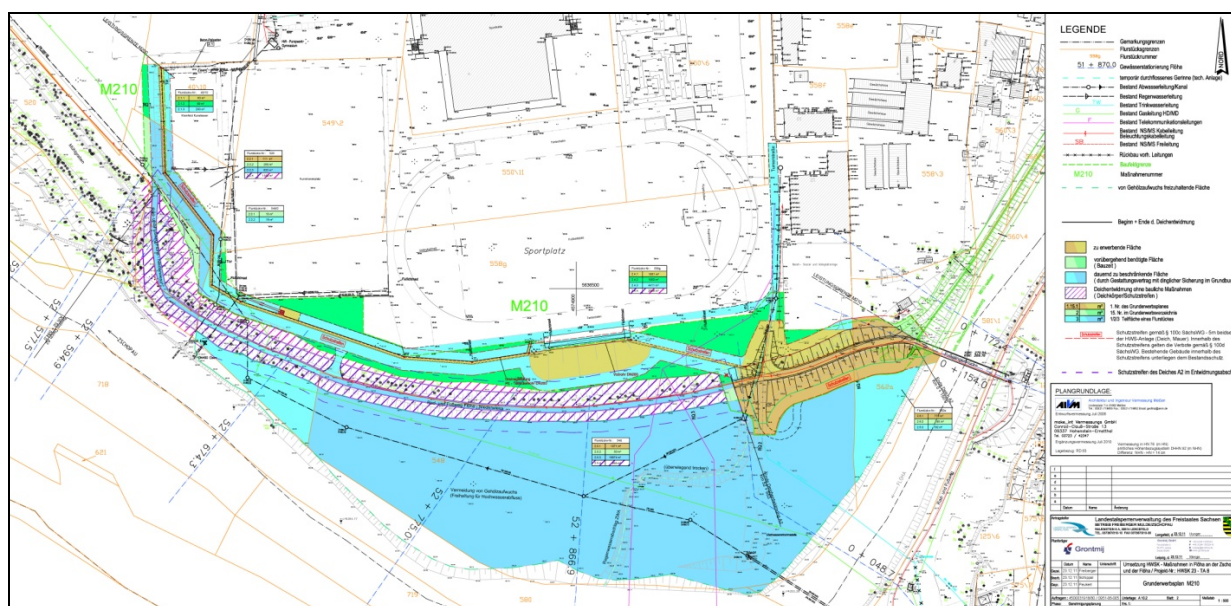
Úpravy týkající se získání pozemků

Budování opatření protipovodňové ochrany má za následek značné zásahy do zájmů vlastníků pozemků. Protipovodňové stavby včetně příslušných obslužných a udržovacích cest, čerpacích šachet atd. získá zpravidla do vlastnictví Svobodný stát Sasko. Navíc je nutno zajistit přístupové cesty, a to alespoň ve formě věcného břemena s právem užívání cesty. V dílčím úseku 8 mimo to dochází k omezení užívání (pravidelná údržba a odstraňování náletu dřevin) u pobřežních ploch, aby byl dlouhodobě zajištěn maximální možný průtočný průřez. Také se pořizuje seznam ploch, které budou zabrány po dobu výstavby, aby mohlo proběhnout odškodnění jejich vlastníků.

Ve výkazu stavby jsou kromě záborů ploch upraveny také veškeré povinnosti údržby a odpovědnosti resp. práva k cestám, plotům, zábradlím, čerpadlům, potrubím, vedením a zbývajícím plochám.

Schvalovací řízení

Podle § 31 vodohospodářského zákona (WHG) je třeba pro vytvoření, odstranění nebo podstatné přetvoření vodního toku či vodní plochy nebo jejich břehů (úpravy toků) projít zjišťovacím řízením. Budování ochranných hrází či náspů, které ovlivňují odtok povodní, se rovnají úpravě toku.



Obr. 5: Plán získání pozemků pro M210

Potřebné podklady

Orgánem příslušným pro provádění zjišťovacího řízení ve Svobodném státě Sasko je Zemské ředitelství Sasko (vrchní vodoprávní úřad – Obere Wasserbehörde). Pro jednotné provádění a urychlení všech zjišťovacích řízení souvisejících s protipovodňovou ochranou byly vypracovány pokyny pro strukturu předkládaných materiálů. Předkládané materiály mají obsahovat:

- vysvětlovací zprávu (technickou a ekologickou část) s údaji o nutnosti záměru, prověřených alternativách, s popisem opatření, posouzením postiženosti, s úpravami týkajícími se získání pozemků a odvodnění bezodtokových ploch, s údaji o údržbě);
- situační výkresy, příčné a podélné řezy;
- popis stavby (pro úpravu veškerých kompetencí a odpovědností);
- hydraulický výpočet (s posouzením různých variant);
- posudek stavebního pozemku a stavební statika, průkazy bezpečnosti proti ztrátě stability vč. statických zkoušek;
- odvodnění bezodtokových ploch a koncepce čerpání;
- seznam pro nabytí pozemků a vyvlastňovací plány;
- studie ekologické únosnosti a doprovodný plán z oblasti péče o krajinu;
- studie únosnosti pro chráněné přírodní území, přínos pro ochranu ohrožených druhů;
- podklady k vynětí hráze z veřejných zařízení;

- podklady k odklonu cyklostezky;
- titulní strany příloh, seznamy, úprava podepisování.

Jednotlivé kroky zjišťovacího řízení a jeho časový průběh

Při podání návrhu (na úrovni dokumentace pro stavební povolení), který je přílohou žádosti o zjišťovací řízení, proběhnou četné pracovní kroky. Ty jsou vysvětleny v *tab. 1*.

Některé kroky zjišťovacího řízení vyžadují na své zpracování určité lhůty, z nichž vyplývá minimální časové období pro zjišťovací řízení v délce cca 65 týdnů, tj. > 1 rok. Podle našich zkušeností se však v rámci řízení objeví námitky a problémy, které vyžadují hlubší posouzení, další alternativní prověření nebo odsouhlasení a případně i změnu návrhu, a řízení se tak dále prodlouží. Od podání žádosti s projektovou dokumentací do rozhodnutí o výsledku zjišťovacího řízení a s tím spojeného povolení stavby je proto nutné počítat realisticky s 1,5 až 2 roky.

Závěr

Při navrhování opatření protipovodňové ochrany se střetávají nutnost výstavby na ochranu veřejnosti, zákaz zhoršení situace pro přírodu a krajinu, urbanistická hlediska (estetika, památková ochrana), (soukromo-)ekonomické zájmy a soukromé vlastnictví pozemků. Z toho důvodu je nutné rozsáhlé mezioborové navrhování

Zjišťovací řízení na jedné straně prověří a uváží veškeré sporné body, na druhé straně komplikuje vlivem četných účastníků a formalit proces schvalování.

Zvláštní pozornost je třeba věnovat potřebnému trvání zjišťovacího řízení. Na jedné straně je nutno počítat se skutečností, že pro výstavbu povodňových opatření jsou dotace k dispozici pouze po omezenou dobu, během níž je třeba stihnout navržení, zjišťovací řízení a vlastní realizaci. Na druhé straně vyvolává dlouhý proces navrhování a schvalování ztrátu podpory u postižených účastníků, což opět ztěžuje situaci.

Odměnou za absolvované zjišťovací řízení je právně zajištěný výsledek zjišťovacího řízení a povolení ke stavbě, které obsáhlým způsobem upravuje veškeré sporné body.

Tab. 1 Kroky zjišťovacího řízení

Č.	Popis	Odpovědnost	Časový rámec
1	Kontrola úplnosti projektové dokumentace (cca 4 vyhotovení) a vypracování průběžného sdělení	orgán provádějící zjišťovací řízení (OZŘ)	cca 4 týdny
2	Zpracování požadavků průběžného sdělení do dokumentace a předání tohoto materiálu v cca 12 analogových a 50 digitálních vyhotoveních	LTV / projektant	cca 4 – 6 týdnů
3	Veřejné vystavení podkladů	OZŘ	6 týdnů
4	Předání námitek předkladateli záměru (jsou možná další opožděná stanoviska)	OZŘ	cca 1 týden
5	Evidence námitek a zpracování odpovědí, předání OZŘ	LTV / projektant	cca 6 týdnů
6	Příprava a realizace jednání, při kterém mají být námitky objasněny	OZŘ	cca 4 týdny
7	Vyhodnocení jednání, při němž byly objasňovány námitky, příp. další požadavky na opravu již vypracované projektové dokumentace	OZŘ	cca 4 týdny
8	Zpracování opravy dokumentace podle požadavků OZŘ	LTV / projektant	cca 4 – 6 týdnů
9	Kontrola úplnosti a průběžné sdělení	OZŘ	cca 4 týdny
10	Konečná podoba opravené dokumentace	LTV / projektant	cca 2 týdny
11	Kontrola opraveného dokumentace	OZŘ	cca 4 týdny
12	Vypracování výsledku zjišťovacího řízení	OZŘ	cca 12 týdnů
13	Právní moc výsledku zjišťovacího řízení, lhůta pro odvolání	OZŘ	6 týdnů
S	Součet	minimálně	65 týdnů
14	Nepředvídané události • nutnost dalších vyjádření, hlubších zkoumání, jednání za účelem dohody ve věci námitek, hrozby žalobou atd. • Změny omezujících podmínek během řízení (změna vlastníka pozemku, křížení s cizími návrhy, nové druhy) • Nedostatečné kapacity (nemoc, dovolená; nepředvídatelné vícenáklady) / nemožnost zastihnout účastníky postižené záměrem, přesouvání priorit v průběhu zjišťovacího řízení	LTV / projektant, OZŘ	cca 6 – 24 týdnů
S	Součet	realisticky	1,5 – 2 roky

Literatura

- [1] LANDESTALSPERRENVERWALTUNG DES FREISTAATES SACHSEN (ZEMSKÁ SPRÁVA PŘEHRAD SVOBODNÉHO STÁTU SASKO) (2012): Genehmigungsplanung zur Umsetzung HWSK-Maßnahmen in der Stadt Flöha an der Zschopau und an der Flöha (Projektová dokumentace *pro stavební povolení při realizaci opatření protipovodňové ochrany ve městě Flöha na řekách Zschopau a Flöha*), dílčí úsek 8 – M200, M210 ze dne 15. 06. 2012.- Grontmij GmbH a IB Oeser z pověření LTV Sasko, provoz FM/Z.
- [2] Zákon o hospodaření s vodou z července 2009 (WHG).

PROTIPOVODŇOVÁ OCHRANA PRŮMYSLOVÉ ZÓNY „KOGENERAČNÍ ELEKTRÁRNA GERA-NORD“

Stephan Prüfer⁵

Abstrakt

Protipovodňová ochrana v městském prostoru je komplexní úkol, který lze vyřešit pouze včasným zapojením všech zúčastněných stran. Při jeho realizaci mají zvláštní význam zájmy vlastníků zasažených pozemků a infrastruktura správců sítí. Řešená území často prošla několikerým urbánním přemodelováním, a proto je nutným předpokladem bezproblémové realizace a toho, aby dodavatelé stavebních prací mohli přesně vyčíslit očekávané stavební náklady, důkladné zjištění všech omezujících podmínek a zájmů zúčastněných.

Výchozí situace

Město Gera zamýšlelo vybudovat na místě bývalé uhelné kogenerační elektrárny s pomocí dotací Svobodného státu Durynsko novou průmyslovou zónu. Stará elektrárna včetně výtopny a dvou komínů o výšce přes 200 m byla stržena již v průběhu technické přípravy pozemku pro stavbu (viz *obr. 1*).

Organizaci prací zajišťovala v rámci smlouvy o technické přípravě pozemku ke stavbě Landesentwicklungsgesellschaft (Společnost pro rozvoj země) Thüringen.

Řešené území leží na severu města Gera a je ohraničeno na severu spolkovou dálnicí A4 Dresden-Eisenach, na východě federálními silnicemi B2/B7, na západě železniční tratí Gera-Leipzig a na jihu říčkou Brahme, která je vodním tokem 2. řádu. Dále na západ protéká rovnoběžně s železniční tratí ve vzdálenosti cca 400 m vodní tok 1. řádu Weiße Elster, do kterého se vlévá říčka Brahme.

Povinnost údržby říčky Brahme má město Gera. Pro řeku Weiße Elster je příslušný Svobodný stát Durynsko.

⁵ Dr.-Ing. Stephan Prüfer, Ingenieurbüro Dr. Prüfer GmbH, Hermann-Sachse-Straße 30, D-07639 Bad Klosterlausnitz, tel. 49 36601 84 000, e-mail: mail@drpruefer.com

V souvislosti s budováním staré kogenerační uhelné elektrárny, byly na řece Brahme koncem 70. let minulého století provedeny protipovodňové úpravy s úrovní ochrany Q_{50} . Nově vznikající plochy měly být podle požadavků poskytovatele dotace chráněny před stoletou vodou.



Obr. 1 Situace území ⁶

Předběžný průzkum a omezující podmínky

Za účelem zjištění omezujících podmínek, které je třeba vzít v úvahu, bylo zadáno toto předběžné šetření:

- nové zaměření území s využitím stávajících resp. vytvořením nových trigonometrických a výškových pevných bodů;
- evidence úpravami postižených a sousedících pozemků a jejich majitelů;
- geologický průzkum stavebního pozemku (agresivita vody a půdy vůči betonu a oceli, hodnoty propustnosti, uspořádání vrstev na stavebním pozemku, možné základové horizonty, namrzavost zeminy atd.);
- zjištění rozhodujících stavů vody a rozšíření zátopového území říčky Brahme s využitím příslušných aktuálních omezujících hydrologických podmínek;

⁶ copyrights Dr.-Ing. Stephan Prüfer, Ingenieurbüro Dr. Prüfer GmbH, Hermann-Sachse-Straße 30, D-07639 Bad Klosterlausnitz, tel. 49 36601 84 000, e-mail: mail@drpruefer.com

- zjištění stávajícího stavu sítí všech dodavatelů energií;
- řešerše k možným starým ekologickým zátěžím, o kterých již nejsou informace.

Evidence postiženého rostlinného a stromového porostu v rámci doprovodného krajinářského návrhu, zabývajících se bilancováním zásahových a vyrovnávacích akcí.

Ve výsledku tohoto šetření byly konstatovány tyto deficity a omezující podmínky:

- Materiál stávajících náspů neodpovídal požadavkům na budování ochranných hrází (propustnost $> 3,7 \times 10 - 4$ m/s, urbánní zásypy v podobě vrstev písčitého jílu se zbytky cihel, hloubka 0,60 m až cca 2,80 m pod terénem, vrstvy vhodné pro založení teprve od cca 3,50 m pod horní hranou terénu, podzemní voda slabě agresivní vůči betonu a podle DIN 1045 zařaditelná do třídy expozice XA1, atd.) [1].
- Samotné náspy měly nerovnoměrný tvar bez jasně definované koruny hráze. Chyběly izolace z návodní strany, zadní drenáže a obslužné cesty. V důsledku plotu podél náspu a nadzemního teplovodu nebylo místo na úseku o délce cca 200 m přístupné, což znemožňovalo účinnou ochranu hráze při povodni.
- Návrhová povodeň Q_{100} říčky Brahme (průměrný sklon dna říčky Brahme v území 1,4 ‰) má hodnotu $46,13 \text{ m}^3/\text{s}$. Stávající silniční most při tom působil jako překážka odtoku vody (příliš malý průřez, příliš nízká spodní hrana mostu) a působil zvýšení hladiny řeky o cca 0,50 m (*obr. 2*). Souběh 100leté vody na říčce Brahme a 20leté vody na řece Weiß Elster by vedl ke zpětnému zatopení celého území [8].
- Pro zajištění požární ochrany v případě havárie bylo naléhavě nutné zachovat druhý příjezd k průmyslové zóně. Nebylo tedy možno strhnout most bez náhrady – nutností bylo vybudování nového mostu.
- Hustota stávajících sítí různých správců v území byla nadprůměrně vysoká. Navíc zde byly četné staré sítě, které momentálně nikdo nespravoval a jejichž funkce a stav byly částečně neznámé a teprve během stavebních prací bylo možno je blíže prozkoumat (staré kanalizační trasy, elektrické signalizační kabely bez přiřazení, staré dešťové výpusti a betonové základy, osvětlovací stožáry atd.) [9].
- Cca 20 m po proudu pod starým mostem, křížily říčku Brahme, horkovodní trasy o průměru 600 resp. 800 mm jako shybky neznámé hloubky. Potrubí bylo nutno udržet v provozu, neboť zásobovala většinou zástavby města Gera horkou vodou. Přeložka nebyla z finančních důvodů možná.
- V další části toku říčku Brahme navíc křížovala hlavní energetická trasa pro město Gera (silnoproudé vedení 110kV v chráničkách jako shybka cca 1,00 m pod dnem koryta). Ani přeložení této trasy nebo její vyřazení z provozu nebylo v souladu s požadavky energetického závodu možné, navíc by to bylo z ekonomického hlediska neúměrně plánovaným nákladům na vybudování tohoto protipovodňového opatření.

- Pozemky využívané pro podnikání a příslušný stavební fond sahaly až těsně k břehovým pilířům mostu. Příjezdové zóny neumožňovaly výškovou úpravu bez hlubšího zásahu do stávajícího soukromého stavebního fondu. Zvednutí mostu nad terén bylo tedy s ohledem na maximální podélný sklon vozovky 10 % možné jen podmíněně.
- V blízkosti silničního mostu byl i přímo v průřezu vodního toku starý stromový porost (vrby a olše), který bylo nutno odstranit. Po dohodě s orgánem pro ochranu přírody města Gera byla za vymýcené stromy naplánována náhradní výsadba autochtonních druhů vhodných pro toto stanoviště, a sice 23 olší lepkavých podél hrany svahu mimo průřez ovlivňující odtok, a vyklizení smetí a odpadu na úseku podél toku o délce cca 400 m.



Obr. 2 Překážka při povodni – starý most přes říčku Brahme při pohledu po proudu

Navrhovaná realizace

Při nutné výstavbě nového mostu dostala po porovnání variant přednost stavba mostu z předpjatého betonu [10]. Tímto řešením se podařilo při zvětšeném rozpětí udržet mostovku se stavebními dílci o šířce 0,60 m velmi štíhlou a konstrukci maximálně vyzvednout z průtočného průřezu, aniž by došlo u navazujících silničních úseků k překročení přípustných hodnot podélného sklonu vozovky. Mostní opěry byly na obou stranách založeny vždy na 5 vrtaných železobetonových pilotách o průměru 75 cm a délce 8m. Mostovka z betonu C45/55 měla světlou šířku 14,32 m při šířce vozovky 6,00 m s jednostranným chodníkem o šířce 1,75 m.

V krycích deskách mostu bylo umístěno vždy 2 resp. 5 kusů prázdných trubek pro elektrické a telekomunikační vedení (obr. 3).

Návrhovou hranicí pro dopravní napojení byla vždy hranice sousedních pozemků. S vlastníky těchto pozemků byly předem uzavřeny smlouvy o souhlasu se stavbou, v nichž bylo sjednáno využití různých ploch, zajištění příjezdových poměrů během výstavby a základy pro případně nutné platby odškodnění. Stavbou byly bezprostředně postiženy betonárka, zámečnictví a zaříze-

ní pro recyklaci kovů. Příjezd ke sběrně kovů při tom v době výstavby vedl přes sousední pozemek betonárky.



Obr. 3 Nový most z předpjatého betonu – pohled proti proudu

Do výkazu prací bylo proto nutno dodatečně zahrnout provizorní staveništní komunikaci a demontáž a montáž příslušného oplocení pozemků. Totéž se týkalo úzké koordinace stavební technologie dodavatele stavebních prací s pracovními postupy zámečnictví, neboť tam se vyráběly vysoce přesné soustružené součásti, které byly velmi citlivé na otřesy vznikající např. při zhutňování zemin. Navíc bylo třeba řešit příjezd na pozemek zámečnictví jako betonovou komunikaci, neboť živý povrch byl pro zpracování horkých konstrukčních prvků nevhodný.

Pro návrh ochranných hrází a protipovodňových zařízení byla dodržena doporučení z pramenů [4], [6] a [7]. Podle [7, tab. 3.1] se pro průmyslová zařízení mělo jako doba opakování povodně stanovit 100 let. Při hodnotách hlavní délky rozběhu vln < 100 m, hloubky vody $< 5,00$ m a při svažitosti vybraných návodních svahů se neočekávalo překročení minimálního převýšení koruny hráze podle [7, bod 6.2.2]. Minimální převýšení koruny hráze bylo proto zvoleno analogicky podle doporučení pro malé a střední hráze ≥ 50 cm a odpovídalo dohodám s Vodoprávním úřadem (Untere Wasserbehörde) města Gera.

Kvůli špatným hodnotám propustnosti a velké nehomogenitě rostlé půdy bylo rozhodnuto vybudovat za účelem zajištění těsnosti cca 50 cm od navrhované přední hrany náspu nového průřezu vodního toku směrem od řeky štetovou stěnu. Tím měly být v podstatné míře realizovány tyto cíle:

- zajištění těsnosti při nesourodé základové půdě;
- minimalizace odvodňovacích prací;

- odstranění velkoplošných pohybů půdy, a tím minimalizace nákladů na likvidaci zemin se zátěží;
- vytvoření definované horní hrany těsnicího jádra s převýšením koruny hráze 0,50 m při Q_{100} .

Pro statické vyměření těsnicí štětové stěny byly zvoleny a výpočtem doloženy dvojité štětovnice Larssen 601 o délce 4,50 m. Za účelem vyrovnání úbytku tloušťky v důsledku koroze 2 x 0,01mm/a během plánované doby životnosti 100 let jsme však na základě konstrukčních úvah ve výběrovém řízení požadovali a později zabudovali profily Larssen 603 o tloušťce stěny 9,7 mm. Do hloubky 1,00 m pod horní hranou terénu byla štětová stěna opatřena přídatnou ochranou proti korozi, a sice dvousložkovým epoxidovým nátěrem o tloušťce 480 μ m (nátěrový systém sestávající ze základní a krycí vrstvy – schválený Spolkovým ústavem vodního stavitelství - Bundesanstalt für Wasserbau).

Pro odvodnění vzdušní strany hráze byl dodatečně u její paty po celé délce, rovnoběžně s korunou vybudován drenážní zářez s potrubím (částečně perforované drenážní trubky LP150 z PE-HD, perforace pod úhlem 220°) a příslušnými revizními šachtami DN 1000B. Mezi nehomogenní zeminu a drén ze štěrkopísku (frakce 0/45, $U \leq 8$) byl jako oddělovací vrstva vložen geotextilní filtr (plošná hmotnost 800g/m², vhodný pro typy půd 1 – 4).

S realizací prací se počítalo ve dvou etapách. V 1. etapě mělo dojít k výměně stávajícího mostu a okolních inženýrských sítí. V následné 2. etapě bylo třeba zesílit náspy, vybudovat obslužnou cestu a zadní drenáž.

Realizace stavby

Protože v okolí mostu a náspů se nacházely četné inženýrské sítě, uzavřel investor před zahájením stavby zvláštní dohody s osmi nejdůležitějšími správci sítí. Tyto dohody obsahovaly hlavně jasné oddělení prací pro stavební podnik (zajištění zemních prací) a pro příslušného správce sítí (dodávka a montáž zemních kabelů a volného vedení, jejich upevnění a zapojení). Dále bylo dohodnuto, že správci sítí dají po nutnou dobu na staveništi k dispozici pracovníka, aby po odkrytí sítí bylo možno v krátké době rozhodnout o jejich ponechání, výměně nebo likvidaci.

Rovněž před zahájením vlastních stavebních prací byla provedena dokumentace všech ploch v místě stavby, sousedních budov a příjezdů na staveniště pro zajištění důkazů, která v součinnosti s jednotlivými vlastníky pozemků slovem i obrazem zachytila aktuální stavebně technický stav. Investor stanovil jako podmínku pozdější přejímky stavebních prací pro dodavatele stavby povinnost, aby na konci stavební činnosti toto zdokumentování zopakoval a ode všech zúčastněných si nechal potvrdit řádné uvedení jejich ploch do původního stavu resp. bezeškodní dokončení stavby.

Nejprve jsme začali realizací mnoha průzkumných jam, abychom včas zjistili skutečný stav a průběh inženýrských sítí a mohli zajistit vše potřebné pro následné práce. Níže uvedené hlavní práce bylo nutno zvládnout včetně všech zemních a přidružených prací:

1. etapa

1	kus	demolice starého železobetonového mostu vč. obtokového koryta
1	kus	vybudování nového železobetonového mostu založeného na vrtaných pilotách
54	m	nová výstavba – náhrada potrubí na pitnou vodu PE-HD 90 x 8,2 mm
100	m	odvodňovací potrubí DN150
275	m	zemní kabely různých průřezů
254	m	samonosné optické kabely
108	m	chráničky v oblasti silnice
17	t	ocelové štětovnice Larssen 603, hloubka až 4,50 m
870	m ²	stavba živičnaté komunikace

2. etapa

84	t	ocelové štětovnice Larssen 603, hloubka až 4,50 m
147	m	drenážní potrubí DN150 vč. 10 šachet DN1000
150	m ³	dodávka a zabudování štěrkopísku frakce 0/56
780	m ²	stavba nezpevněné komunikace jako obslužné cesty hráze

Pro dozorování budování základů na vrtaných pilotách byla dodatečně pověřena jedna externí kancelář průběžným posuzováním základové půdy. Totéž se týkalo provádění permanentního měření vibrací a otřesů podle [2] v místě, které přímo sousedilo s úsekem nadzemního potrubí pro dálkové vytápění, a v oblasti sousední zástavby. Měření se provádělo minimálně v 9 bodech za účelem zjištění ohrožení staveb rezonancemi vznikajícími při instalaci štětové stěny. Ukázalo se, že v blízkosti sloupů pro nadzemní potrubí dálkového vytápění o výšce cca 6,00 m znalec požadoval z důvodu jejich narušení, které bylo staršího data, další zajištění, např. pomocné podpěry potrubí, zesílení průřezu sloupů, předvrtání podkladu a další měření vibrací během výstavby. Po důkladné konzultaci se všemi zúčastněnými bylo kvůli kabelové trase 110 kV, která tudy rovněž procházela, nakonec rozhodnuto vytvořit v tomto místě zářez, štětovnice instalovat s přesným umístěním každou zvlášť a zářez následně zasypat "tekutou půdou" (výkopová zemina s různými přísadami, mj. plastifikátorem a urychlovačem tuhnutí – pozn. překl.). Tento postup umožnil zabudovat štětovnice do otevřené rýhy bez otřesů a oproti stavebně technickému zpevnění nadzemního úseku potrubí, které by jinak bylo nutné, byl levnější. Dále zde došlo ke snížení tloušťky násypných vrstev při navážkách zeminy na 0,20 cm/vrstvu a bylo zakázáno nasazení těžkých dynamických válců $\geq 12,5$ t. Frekvence střásání u použitých menších válců byly při zjištění skutečných hodnot rychlosti kmitavého pohybu jednou upraveny. Samotné sloupy byly následně v průtočném průřezu podle plánu opatřeny ochranou proti nárazu (*obr. 4*).

V místě potrubních vedení, která procházela korytem a nedala se přeložit (horkovodní potrubí, vysokotlaký plynovod) byla štětová stěna po zjištění přesné polohy potrubí v jejich blízkosti přerušena a prostor mezi štětovou stěnou a potrubím dodatečně zaplněn vysokotlakou injektáží (HDI).

Veškerá stará kanalizační potrubí do DN300, nalezená v místě původních náspů, byla buď proražena štětovou stěnou, nebo zničena jiným způsobem. Rudimenty, které zbyly v průřezu hráze, jsme trvale zaplnili betonovou suspenzí se sníženou smrštivostí, abychom vyloučili nechtěné průsakové dráhy a přenos materiálů v nehomogenní základové půdě.



Obr. 4 Nová protipovodňová hráz s ochranou sloupů dálkového teplovodu proti nárazu

Po dokončení mostu, štětové stěny a drenážního potrubí došlo na nové profilování hráze. Náspy na vzdušné a návodní straně hráze (sklon svahu 1:3 resp. 1:2) byly překryty dvacetimetrou vrstvou ornice a osety standardní směsí travního semene pro trávníky v krajině RSM 7.2.2 podle [3] v množství 20g/m².

Na koruně hráze, která má na návodní straně sklon 3%, byla vybudována obslužná cesta o šířce 2,50 m s chodníčky o šířce 50 cm po obou stranách. Její konstrukce odpovídá předpisům pro stavbu venkovských komunikací [5] (povrchová vrstva 5 cm na netříděném kamenivu o výšce 30 cm, oddělení od nehomogenního podkladu geotextilií třídy robustnosti GRK 3). Jako zábrana proti vjezdu neoprávněných osob byly na začátku a na konci obslužné cesty hráze umístěny závory (obr. 5).

Po ukončení prací 1. etapy v roce 2011 resp. 2. etapy v roce 2012 byla provedena se zúčastněnými správci sítí vždy nejprve předpřejímka a poté konečná přejímka za účasti schvalovacího

orgánu.⁷ S dodavateli stavebních prací byla sjednána záruční doba 5 let. Břemeno údržby mostu a hráze přešlo na město Gera.



Obr. 5 Nová hráz

Literatura

- [1] BEB Jena Consult GmbH: Geotechnischer Bericht, Baugrund-Hauptuntersuchung zum Vorhaben Gera HKW Gera-Nord, Erschließung Industriegebiet und Hochwasserschutz Brahme (Geotechnická zpráva, Hlavní průzkum základové půdy pro stavební záměr Gera HKW Gera-Nord, napojení průmyslové zóny a protipovodňová ochrana na řídce Brahme), Jena 30. 07. 07.
- [2] DIN 4150-3: *Erschütterungen im Bauwesen - Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen* (Otřesy ve stavebnictví – část 3: Působení na stavby), Beuth Verlag 1999.
- [3] DIN 18917: *Vegetationstechnik im Landschaftsbau* (Péče o vegetaci při tvorbě krajiny), Beuth Verlag 2002.
- [4] DIN 19712: *Flussdeiche* (Protipovodňové hráze podél toků řek), Beuth Verlag 1997.
- [5] DVWK Merkblatt 137: *Richtlinien für ländlichen Wegebau* (Směrnice pro stavbu venkovských komunikací), 1999, ISBN 3-89554-102-8.
- [6] DVWK Merkblatt 210: *Flussdeiche* (Protipovodňové hráze podél toků řek), 1986, ISBN 3-490-31097-7

⁷ S přípravným průzkumem se začalo již v roce 2003. Projekt celého stavebního záměru byl schválen v únoru 2011. Některé z citovaných norem se vztahují k tomuto okamžiku, jsou však již k dispozici v aktualizovaném znění.

- [7] DWA-Merkblatt M 507: *Deiche an Fließgewässern (Protipovodňové hráze podél vodních toků)*, 2007, ISBN 978-3-939057-73-4.
- [8] HGN GmbH: Bestimmung der Überschwemmungsgebiete der Brahme von der Türkenmühle bis zur Mündung in die Weiße Elster, Ergebnisbericht (Určení zátopových území říčky Brahme od Türkenmühle až po ústí do řeky Weiße Elster, výsledková zpráva), Nordhausen 19. 12. 2003.
- [9] Ingenieurbüro Dr. Prüfer: Hochwasserschutzmaßnahmen an der Brahme in Gera, Abschnitt Brücke DBAG / B7 (Protipovodňová opatření na říčce Brahme v Gera, úsek most DBAG / B7) Bad Klosterlausnitz 29. 10. 2003.
- [10] Ingenieurbüro Dr. Prüfer und DÄHN-INGENIEURE: Brücke über die Brahme (HKW-Nord) in Gera Tinz – Variantenuntersuchung (Most přes říčku Brahme (HKW-Nord v Gera Tinz – zkoumání variant), Bad Klosterlausnitz/Gera 12. 12. 2007.

RIEŠENIE PROTIPOVODŇOVEJ OCHRANY SÍDELNÝCH OBLASTÍ MALÝCH KARPÁT

Andrej Šoltész⁸, Ján Szolgay, Štefan Stanko

Abstrakt

Príspevok sa zaoberá analýzou súčasného stavu zabezpečenia ochrany sídelných oblastí pod Malými Karpatmi pred záplavami spôsobovanými prívalovými dažďami a vodami vznikajúcimi topením snehu. Na základe podrobnej analýzy súčasného stavu a plánov urbanistického rozvoja miest ležiacich pod Malými Karpatmi bolo úlohou autorov navrhnúť variantné možnosti riešenia a overiť účinnosť navrhovaných opatrení na redukovanie hrozby záplav v intraviláne obcí. Konkrétne sme pre tento príspevok vybrali riešenie protipovodňovej ochrany mestskej časti Bratislava – Rača a mesto Modra. V súčasnosti sa autorský kolektív venuje ďalším obciam ohrozených povodňami – obcou Limbach a najmä rekonštrukciou katastrofálnej povodne v obci Píla v júni 2011.

Úvod

V roku 2001 vypracoval odbor prevádzky Slovenského vodohospodárskeho podniku, š. p., OZ Bratislava [1] protipovodňové opatrenia v obciach pod Malými Karpatmi. Už v tejto štúdii bolo konštatované, že Raču ohrozujú najmä prívaly vôd spôsobené krátkotrvajúcimi dažďami vysokej intenzity. Ďalej sa v nej uvádza, že v intraviláne Rače vznikajú počas extrémnych hydrologických situácií odtokové procesy, pri ktorých voda tečie po uliciach a povrchu pozemkov. Vtedy už potoky a systémy odvodňovacích kanálov a rigolov nestačia plynule odvádzať pritekajúcu vodu a voda je zbieraná aj kanalizačnými zberačmi. Vybudované zberné systémy boli síce zrekonštruované a doplnené tak, aby pôsobili ako jednotná sústava na ochranu jednotlivých častí Rače, ale skúsenosti z ostatných rokov preukázali, že pri extrémnych prívaloch vôd plnia svoju úlohu len čiastočne. Problémom väčšiny miest pod Malými Karpatmi je fakt, že v ich intraviláne sú dlhšie úseky tokov uložené do potrubí pod povrchom terénu. Na ich označenie sa zaužíval pojem „zakryté profily“. Bolo by to v poriadku, keby kapacita zakrytých profilov potokov bola dimenzovaná tak, aby aj povodňové prietoky prúdili v režime s voľnou hladinou. Opak je však

⁸ prof. Ing. Andrej Šoltész, PhD., prof. Ing. Ján Szolgay, PhD., doc. Ing. Štefan Stanko, PhD., Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, email: andrej.soltesz@stuba.sk, jan.szolgay@stuba.sk, stefan.stanko@stuba.sk.

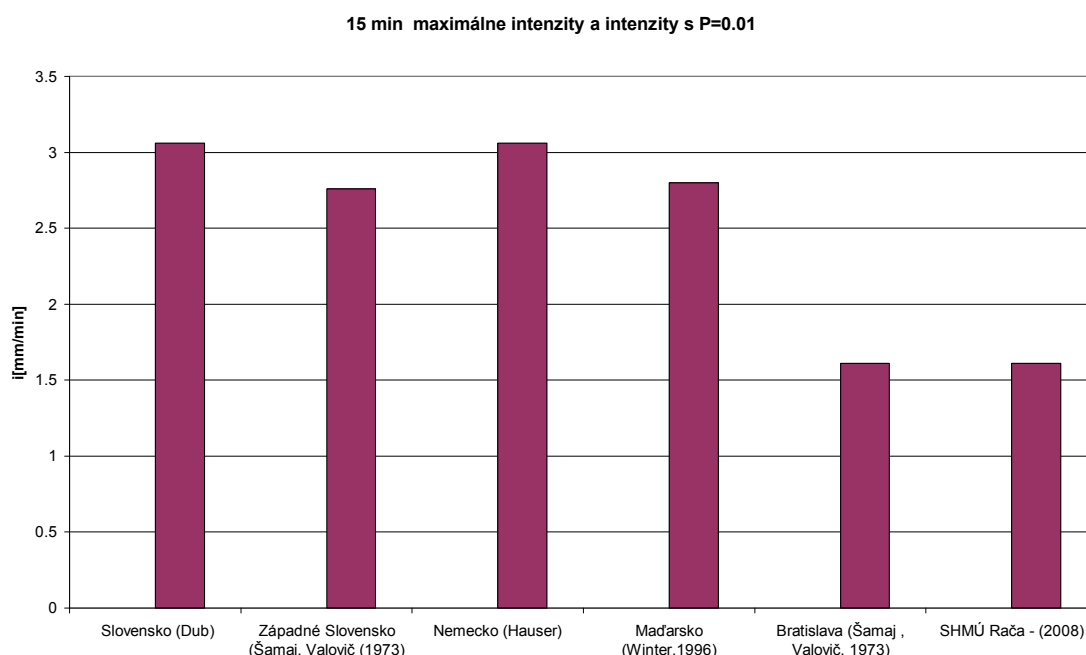
pravdou a v preložených úsekoch potokov vzniká pri vyšších prietokoch tlakový režim prúdenia, o čom sa autorský kolektív presvedčil aj pri matematickom modelovaní týchto častí tokov.

Analýza návrhových intenzít krátkodobých dažďov

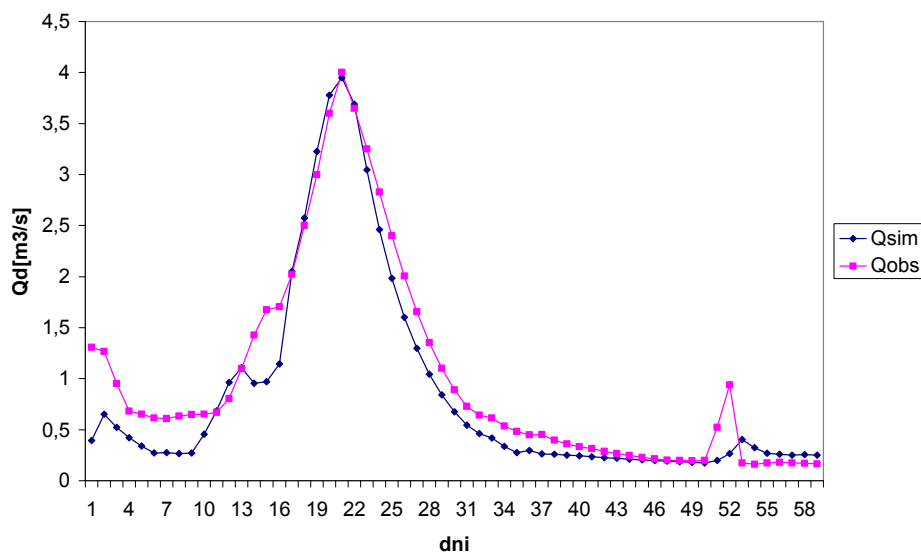
Pre určenie maximálnych intenzít prívalových dažďov, ktoré sa v malokarpatskej oblasti mohli vyskytnúť, boli spracované dostupné údaje krátkodobých intenzít náhradných dažďov s periodicitou $p = 0,01$ podľa viacerých slovenských, ale aj zahraničných autorov. Tieto odhady návrhových intenzít boli porovnané s odhadmi podľa metodiky Slovenského hydrometeorologického ústavu (SHMÚ, 2008), ktoré sú uvedené na *obr. 1*.

Z porovnania odhadov vyplýva, že najvyššie hodnoty intenzít náhradných dažďov boli určené pre Nemecko a Maďarsko za smerodajné však považujeme stanovenie podľa SHMÚ potvrdené výpočtom podľa metodiky Šamaja a Valoviča [2]. Podobné hodnoty intenzít náhradných dažďov boli stanovené aj pre ostatné obce v malokarpatskom regióne.

V záujmovom území sa nachádza iba jedna vodomerná stanica – Vajnory na Račianskom potoku, ktorý je recipientom všetkých tokov v Rači. Na tejto stanici sme mali k dispozícii údaje o meraných prietokoch za obdobie 1968 – 2006. Pomocou týchto údajov boli spracované trendy vývoja priemerných ročných a mesačných prietokov, ako aj odhad N-ročných maximálnych prietokov. Zároveň bola simulovaná extrémna prietoková vlna, ktorej porovnanie s meranými priemernými dennými prietokmi počas jej trvania v období jarného topenia snehu v roku 2006 je znázornené na *obr. 2*.



Obr. 1 Porovnanie priebehu 15-min intenzít dažďov s periodicitou $p = 0,01$ určených podľa viacerých autorov



Obr. 2 Porovnanie simulovaných a meraných priemerných denných prietokov pre dva mesiace počas jarného topenia snehu v roku 2006

Hydraulické modelovanie v otvorených korytách tokov sídiel

Pre potreby matematického modelovania v otvorených častiach tokov bol použitý 1-rozmerný model MIKE 11 v kombinácii s digitálnym terénnym modelom (DTM), ktorý bol vytvorený na základe fotogrametrického mapovania z leteckých meračských snímok z roku 2007. Model MIKE 11 bol použitý na výpočet hladinového a prietokového režimu v otvorených korytách tokov počas povodne a v kombinácii s 2-rozmerným modelom MIKE 22 aj na výpočet hladiny v zaplavených uliciach sídiel. Na obr. 3 je znázornená schéma zakrytých úsekov korýt tokov v mestskej časti Bratislava-Rača a na obr. 4 podobná schéma pre mesto Modra, kde je znázornený len hlavný recipient v meste – Stoličný potok.

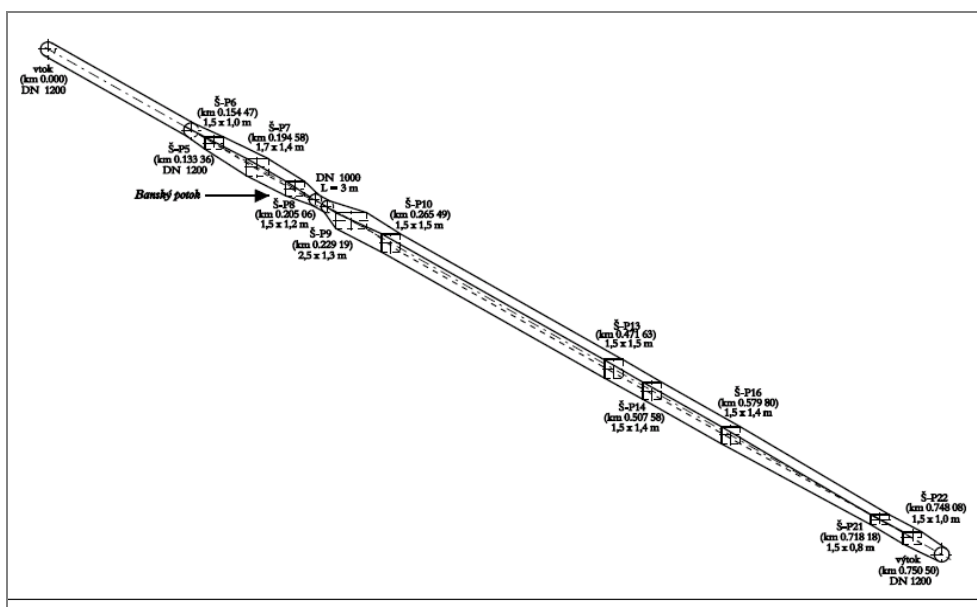


Obr. 3 Schéma zakrytých úsekov korýt tokov v Rači



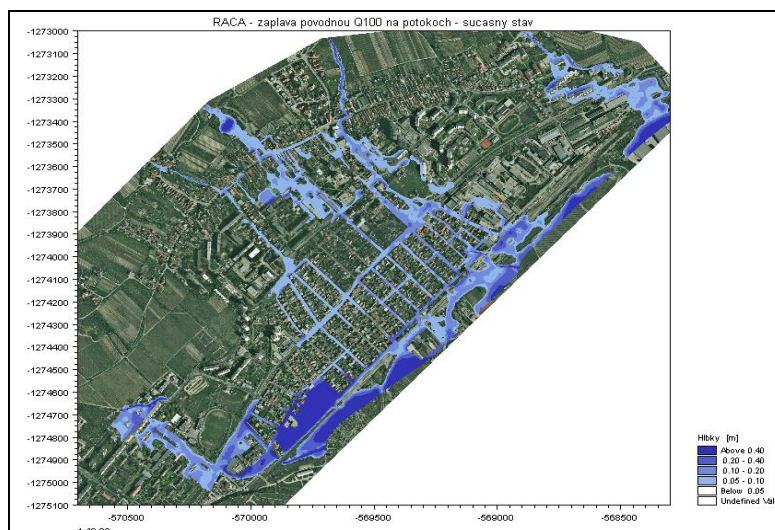
Obr. 4 Schéma zakrytých úseků korýt toků v Modře

Všetko by bolo v poriadku, keby kapacita týchto zakrytých úsekov bola dostatočná. Ako však vidieť na obr. 5, často tomu tak nie je. Na tomto obrázku sú znázornené profily zakrytého úseku jedného z potokov v Rači s následným prítokom ďalšieho potoka. Priam neuveriteľné sa zdá byť zúženie potrubia, ktoré sa nedá nazvať inak ako „venturimeter“.



Obr. 5 Znážornenie nedostatočnej kapacity zakrytých úseků toků v Rači

Takáto nedostatočná kapacita zakrytých úsekov tokov pod povrchom terénu (komunikácií) má za následok, že voda sa rozlieva po uliciach a tečie južným smerom k železnici medzi Bratislavou a Žilinou. Tento fakt dokázala aj simulácia priebehu nielen storočnej vody, ale aj povodňovej vlny na jar roku 2006 (*obr. 6*).



Obr. 6 Záplava intravilánu Rače pre Q_{100} – súčasný stav

Návrh protipovodňových opatrení

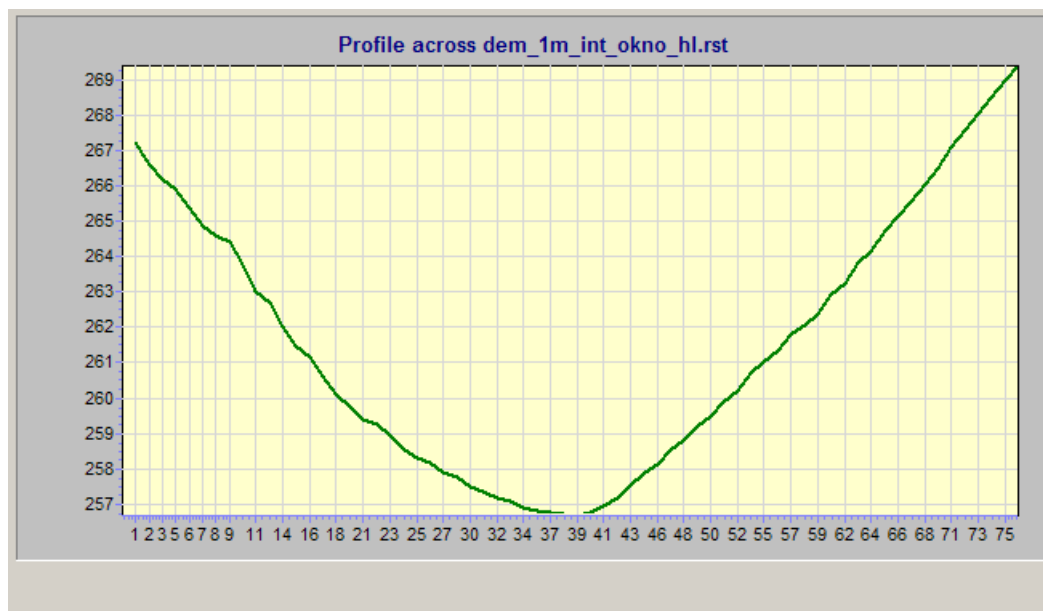
Po hydrologických a hydraulických analýzach sme pristúpili k návrhu opatrení v sídelných oblastiach. Hlavná myšlienka bola zadržať vodu v čase silných privalových dažďov z Malých Karpát nad Račou alebo Modrou, pokým neodtečie voda z urbanizovanej časti sídiel. Preto sme sa sústredili na oblasť lesoparku, kde sme chceli nájsť správne miesta pre technické opatrenia typu prehrádzka, resp. v súčasnosti viac známe ako polder. Tento by bol postavený naprieč údolím daného toku z prírodného materiálu (zeminy alebo kameňa), vhodne zapadajúci do prostredia lesoparku Malých Karpát.

Túto myšlienku nám potvrdila aj obhliadka terénu pozdĺž tokov nad jednotlivými sídlami. Ako nad Račou, tak aj nad Modrou sa nachádzajú takéto stavby (nie vo všetkých údoliach), čiže naša myšlienka nie žiadna novinka. Našli sme vhodné profily a preverili sme transformáciu povodňovej vlny výstavbou takýchto prehrádzok (poldrov), tj. na akú hodnotu prietoku sa zníži povodňová vlna pri Q_{100} a aký bude mať vplyv na priebeh hydraulických modelových výpočtov v zakrytých úsekoch pod ulicami spomínaných miest. Na *obr. 7* je zobrazená jedna z prehrádzok na hlavnom potoku v Rači, a práve na tomto toku sa vyššie povodňové stavy ani nevyskytujú.

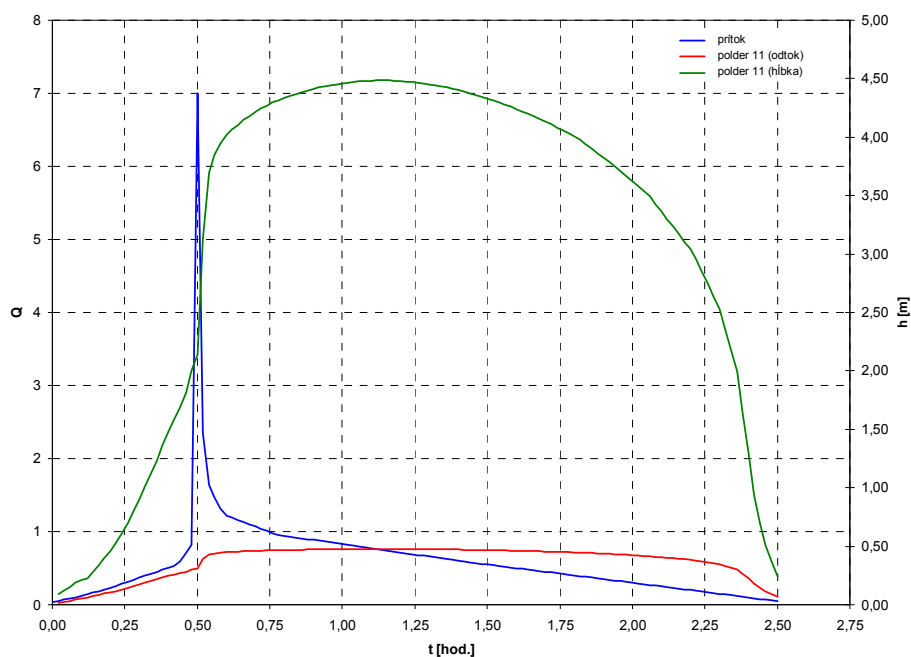
Na ilustráciu účinnosti jedného z poldrov, ktoré sme navrhli (profil na Banskom potoku je znázornený na *obr. 8*) v oboch sídelných oblastiach uvádzame na *obr. 9* znázornenie transformácie povodňovej vlny pri $Q_{100} = 7,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ na jednom z tokov v Rači na prietok $Q = 0,76 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ [3]. Navrhnutý polder na Banskom potoku by mal pri výške prehrádzky 7,4 m objem približne $7\,760 \text{ m}^3$.



Obr. 7 Kamenná prehrádzka na Račianskom potoku – pohľad zdola (fotoBačík)



Obr. 8 Priečný profil možného poldrana Banskom potoku



Obr. 9 Znáznornenie transformácie povodňovej vlny pre $Q_{100} = 7,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ na Banskom potoku

Na obr. 9 je znázornená modrou farbou povodňová vlna (prítok), zelenou čiarou výška hladiny (hlbka) v poldri a červenou čiarou odtok vody z poldra.

Záver

Návrh protipovodňovej ochrany mestskej časti Bratislava – Rača riešili vodárske katedry Stavebnej fakulty STU v rokoch 2007 – 2008 v rámci programu INTERREG IIIA a protipovodňovú ochranu Modry v rokoch 2009 – 2012 v rámci projektu „Tvorba a vývoj environmentálnych technológií pri protipovodňovej ochrane sídiel Malokarpatskej oblasti – prípadová štúdia Modra“. Vďaka obom projektom sa podarilo naštartovať pretavenie vypracovaných štúdií do projektovej dokumentácie, ktorá v prípade Rače prešla už aj procesom EIA a čaká sa na jej realizáciu. V prípade Modry pol roka po skončení projektu bol na základe vypracovanej štúdie spracovaný projekt na územné rozhodnutie a bol prerokovaný na mestskom úrade v Modre. Tieto fakty považujeme za nesporný úspech autorského kolektívu smerom k vodohospodárskej praxi a sídlam, s ktorými sme pri vypracovaní štúdií úzko spolupracovali.

PodĎakovanie

Článok vznikol na základe podpory projektu VEGA 1/1011/12 Možnosti riešenia povodňových situácií na tokoch technickými zásahmi riešeného na Katedre hydrotechniky Stavebnej fakulty STU v Bratislave.

Literatúra

- [1] BAČÍK, M. *Ochrana Rače pred povodňami – prípadová štúdia*. SVP, š. p., OZ Bratislava, 2001, 46 s.
- [2] ŠAMAJ, F., VALOVIČ, Š. *Intenzity krátkodobých dažďov na Slovensku*. Zborník z vedeckej konferencie SHMÚ, Vol. 5, 1973, s. 14 – 22.
- [3] ŠOLTÉSZ, A., SZOLGAY, J., KOHNOVÁ, S. *Štúdia na ochranu intravilánu mestskej časti Bratislava – Rača pred záplavami*. Záverečná správa projektu INTERREG IIIA, Stavebná fakulta STU v Bratislave, 2008, 121 s.
- [4] ŠOLTÉSZ, A., SZOLGAY, J., KOHNOVÁ, S., HLAVČOVÁ, K., DANÁČOVÁ, M., STANKO, Š. *Tvorba a vývoj environmentálnych technológií pri povodňovej ochrane sídiel Malokarpatskej oblasti – prípadová štúdia Modra*. Stavebná fakulta STU v Bratislave, 2012, 135 s.

VYŘEŠENÍ ZAPLAVOVÁNÍ OBCE KRÁLOVSKÉ POŘÍČÍ

Jiří Leitgeb⁹

Povodeň a záplava

Přírozená povodeň představuje přechodné zaplavení vodního toku a přilehlého území způsobené stoupnutím vodní hladiny nad běžný vodní stav. Za povodeň se považují hlavně jevy, při kterých voda vystoupá do úrovně, kterou je možné již považovat za celospolečensky nebezpečnou. Vzniklá záplava pak představuje vylitou vodu z koryta toku v důsledku povodně a vytváří souvislou vodní plochu.

V rámci protipovodňové ochrany se navrhuje protipovodňová opatření (PPO), která mají sloužit k částečnému či úplnému zamezení povodňových škod. Smyslem navrhovaných protipovodňových opatření je, aby voda za vysokých vodních stavů bezpečně prošla a rozlila se v povodí daného toku při minimalizaci škod. Rozlitá voda v povodí vymezuje záplavovou oblast podél vodních toků či nádrží, tzn. oblast, která je opakovaně zaplavována. Rozsah zaplavení území je především dokládán historickými záznamy o zvýšených vodních stavech např. vodními značkami.

Je všeobecně známo, že v záplavových územích by se nemělo stavět. Přesto kolem našich toků i potůčků jsou rozsáhlé zástavby jak historické, tak i novodobé.

Povodeň způsobuje vysoká intenzita a trvání deště či rychlé tání, které nelze jednoznačně stanovit z důvodu závislosti na mnoha faktorech od typu půd, tvaru terénu, ročního období, využití půdy atd. až po nasycenost půdy vodou.

Protipovodňové hráze

Jedním z navrhovaných protipovodňových opatření jako ochrana zastavěných částí obcí při povodni a zátopě jsou protipovodňové hráze podél vodních toků. Jednou z obcí, která v letech 2000 – 2012 zrealizovala ochranu spodní zastavěné části obce před povodní a zátopou výstavbou protipovodňové hráze je obec Královské Poříčí v okrese Sokolov v Karlovarském kraji.

⁹ Ing. Jiří Leitgeb, CSc., projektant, ARCH 93, společnost s ručením omezeným, Majakovského 29, 360 05 Karlovy Vary, tel. 602 715 977, e-mail: leitgebj@volny.cz

Potřeba protipovodňové ochrany

Potřebu na protipovodňovou ochranu nejnižšího položeného zastavěného území obce Královské Poříčí vyvolal aktivní a důsledný bývalý starosta obce Ing. Ivan Stefan. Ve spolupráci s projektanty byly navrženy 3 varianty možné protipovodňové ochrany. Z hlediska finančních prostředků byla vybrána varianta sypané zemní hráze. V roce 1999 byl záměr rozdělen do dvou staveb nazvaných „Královské Poříčí – protipovodňová hráz – 1. stavba“ a „Královské Poříčí – protipovodňová hráz – 3. stavba“. Po územním řízení bylo v roce 2000 vydáno stavební povolení a zároveň zahájena 1. stavba.

Navazující samostatnou stavbou byla stavba rybníka „Královské Poříčí – rybník s chovem ryb“, který vznikl v místě zemníku potřebného na výstavbu zemní hráze. Rybník byl vytvořen v inundaci řeky mezi navrženou protipovodňovou hrází a řekou Ohře. Rybník představuje prohlubeň bez hrází, bez výpustných či napouštěcích zařízení.

1. stavba hráze byla dokončena v roce 2001.

V roce 2006 bylo vydáno stavební povolení k pokračování protipovodňové hráze na stavbu „Královské Poříčí – protipovodňová hráz – 3. stavba“. Na základě poznání o povodních v roce 2002 a dalších následných povodní, byla 3. stavba již navržena na zvýšené údaje průtoků od ČHMÚ. Tato 3. stavba protipovodňového opatření byla dokončena v polovině roku 2011 a navázala na násyp silničního tělesa nově postavené silnice a mostu Královské Poříčí - Sokolov přes řeku Ohři.

S ohledem na nové údaje průtoků od ČHMÚ byla již postavená, zkolaudovaná a funkční protipovodňová hráz vybudovaná v 1. stavbě navržena k navýšení. Navýšení 1. stavby se realizovalo jako 4. stavba. V rámci stavby „Královské Poříčí – navýšení protipovodňové hráze – 4. stavba“ byl celý soubor navazujících staveb protipovodňových opatření Královského Poříčí dokončen 20. 12. 2012.

Navazující samostatnou stavbou potřebnou pro realizaci 3. a 4. stavby byla další dílčí výstavba rybníka „Královské Poříčí – rybník II s chovem ryb“ z důvodu potřeby zemníku na výstavbu zemních hrází.

Pro stavbu PPO bylo nutné provést vodohospodářské posouzení vlivu realizace stavby na odtokové poměry v řece Ohři, geologický průzkum, analýza průsaku a filtrační stabilita a pro ekonomické posouzení stavby byla vypracována analýza povodňových škod, rizik a ekonomické efektivnosti PPO Královské Poříčí. Návrh stavby PPO byl vyhodnocen jako ekonomicky velmi efektivní ($PU > 1,0$).

Kompletní protipovodňové opatření pro obec Královské Poříčí se zrealizovalo v průběhu 12let.

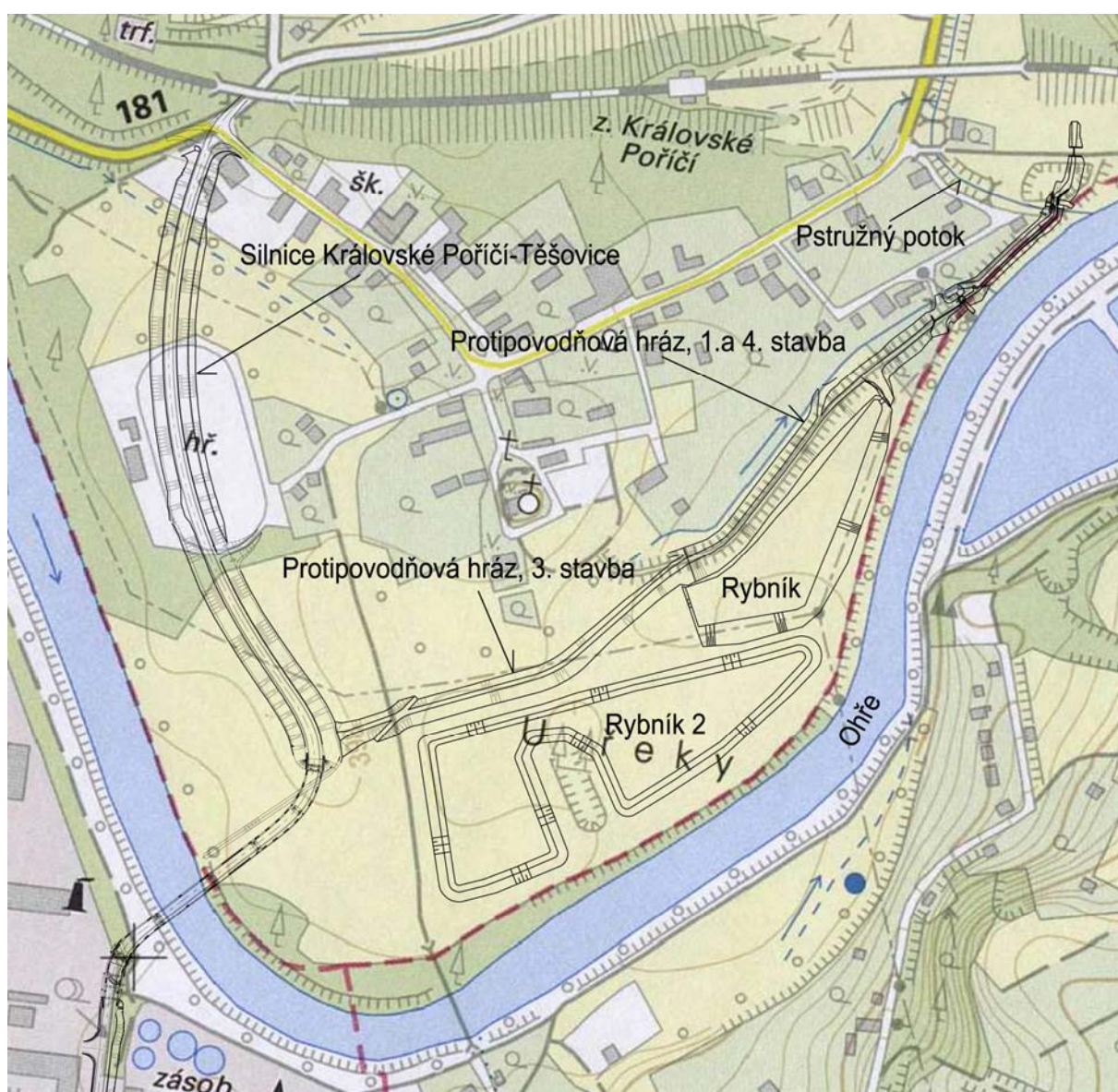
Technické údaje o vodním díle a údaje s ním související

Vodní dílo jako jeden funkční celek PPO je pro provoz a manipulaci nazván „Královské Poříčí – protipovodňová hráz 1. stavba, 3. stavba a 4. stavba“

Stavba je umístěna na pozemcích v k. ú. Královské Poříčí.

Vodní dílo, protipovodňovou hráz, představuje souhrn staveb a jejich částí a související provozní soubory sloužící k ochraně obce Královské Poříčí před záplavou z řeky Ohře.

Protipovodňová hráz chrání nejnižše položenou historicky zastavěnou část obce Královské Poříčí před povodněmi, především před povodní na řece Ohři.



Obr. 1 Přehledná situace staveb PPO, které chrání část obce před povodní a zátopou

Hráz je navržena na $Q_{100} - 543 \text{ m}^3$.

Základem protipovodňové hráze je zemní hráz. Zatrávněná zemní hráz je doplněna v její jedné části o drátokošovou stěnu s železobetonovým těsnícím jádrem a doplněna ve dvou místech hrádlovými stěnami.

Ochranu nejnižše položené části obce Královské Poříčí před povodněmi představuje fakticky soubor čtyř staveb:

- Královské Poříčí – protipovodňová hráz, 1. stavba, vypracovala firma Leitgeb, Karlovy Vary, 06/2000,
- Královské Poříčí – protipovodňová hráz, 3. stavba, vypracovala firma Leitgeb, Karlovy Vary, 11/2004,
- Silnice III/00630 Královské Poříčí – Sokolov, Těšovice, vypracovala firma Pragoprojekt, Karlovy Vary, 11/2008,
- Královské Poříčí – navýšení protipovodňové hráze, 4. stavba, vypracovala firma Leitgeb, Karlovy Vary, 06/2009.

Vodní dílo, protipovodňovou hráz, tvoří tyto stavby a provozní soubory:

SO 01 – protipovodňová hráz

SO 03 – části:

- přehrazení náhonu
- přehrazení Pstružného potoka
- odběrný objekt pro čerpadla na náhonu
- odběrný objekt pro čerpadla na Pstružném potoce

SO 04 – pročištění náhonu

PS 06 – čerpadla a rozvaděče

PS 07 – elektrocentrála

Protipovodňová hráz se nachází mezi zastavěnou částí obce a řekou Ohře v celkové délce 741 m (stavba 1., 3. a 4.) a 493 m (násyp silnice III. tř. Královské Poříčí – Sokolov)

Za hrází, v zastavěném území obce se nachází dva recipienty, vodní náhon a Pstružný potok, které jsou vyústěny do řeky Ohře. Recipienty jsou pod zemní sypanou protipovodňovou hrází převedeny v rámci stavebního objektu SO 03 částí **přehrazení náhonu** a částí **přehrazení Pstružného potoka**. Tyto stavební části představují zatrubněné úseky recipientů pod hrází, na kterých jsou provedeny uzavírací zařízení k jejich úplnému uzavření při povodni na řece Ohři.

Hráz s uzavřenými hradítky na potrubích tak zamezí zpětnému vzduť vody z Ohře v náhonu a ve Pstružném potoce při povodni.

Při uzavřených hradítkách na uvedených potrubích začne voda před vtokem do těchto potrubí natékat do dalších dvou částí stavebního objektu SO 03 nazvané **odběrný objekt pro čerpadla na náhonu a odběrný objekt pro čerpadla na Pstružném potoce**.

Tyto „odběrné objekty“ slouží k možnému přečerpávání vody přes protipovodňovou hráz. Voda je čerpána pomocí elektrických čerpadel, která se pomocí řetězového mechanismu spustí do podzemní betonové jímky „odběrného objektu“. Čerpadla se automaticky zapnou při nastoupaní hladiny na náhonu či potoce nad stanovenou hladinu vody. Voda z náhonu a potoka je tak čerpána a převáděna „odběrnými objekty“ do řeky Ohře.

- Hráz je navržena na $Q_{100} - 398,10 - 397,70$ m n. m.
- Koruna hráze je na kótě $- 398,60 - 398,20$ m n. m.

Důležité kóty:

1.	kóta koruny hráze (3. a 4. stavba)	398,60 – 398,20 m n. m.
2.	kóta Q_{100} (Ohře, 543 m ³)	398,10 – 397,70 m n. m.
3.	kóta hladiny vody v čerpací jímce na náhonu pro automatické zapnutí čerpadla	394,15 m n. m.
4.	kóta hladiny v inundačním území Pstružného potoka pro aut. zapnutí čerpadla (čerpadel)	394,10 m n. m.
5.	kóta břehu (průměrná)	394,50 m n. m.
6.	kóta normální hladiny Ohře	393,00 m n. m.
7.	kóta hladiny vody pro přečerpávání z náhonu a Pstružného potoka	393,20 m n. m.
8.	kóta dna čerpací jímky	391,90 m n. m.
9.	minimální hladina pro blokování chodu čerpadel	393,60 m n. m.

SO 01 – Protipovodňová hráz – délka 747 m

Protipovodňová hráz byla vytvořena realizací třech samostatných na sebe vzájemně navazujících staveb 1., 3. a 4. (viz uvedeno výše).

Protipovodňovou hráz tvoří:

- zemní sypaná hráz,

- drátokošová stěna s železobetonovým těsnícím jádrem,
- hradidlové stěny.

Protipovodňová hráz začíná v místě zavázání hráze do zemního tělesa silničního násypu u mostu přes řeku Ohře. (pozn.: silniční těleso je provedeno konstrukčně tak, aby rovněž plnilo funkci protipovodňové hráze, silniční násyp je dlouhý 493 m).

Hráz vede východním směrem podél koryta bývalého náhonu. V místě jeho vyústění do řeky Ohře hráz překračuje náhon a pokračuje souběžně s řekou Ohře až k Pstružnému potoku. Ten rovněž překračuje a hráz končí navázáním do svahu násypu drážního tělesa železniční dráhy, tratě Karlovy Vary – Cheb.

Část protipovodňové hráze je dotvořena drátokošovou stěnou s železobetonovým těsnícím jádrem z důvodu zajištění potřebné výšky hráze a to v úseku, kde nebylo možné z prostorového hlediska dosáhnout potřebné výšky sypané zemní hráze.

V tělese hráze jsou z důvodu příčné průjezdnosti hrází vybudovány dva úseky pro mobilní hradidla, které budou při povodni zahrazeny mobilními hradidly. Jedná se o úsek v dlouhý 21 m „u vodáckého tábořiště“ a v dlouhý 7 m na „cyklostezce“ Královské Poříčí – Loket.

Zemní sypaná hráz – délka 741 m

Zemní sypaná hráz začíná v místě napojení na stávající zemní násyp místní komunikace Královské Poříčí – Sokolov ve směru přes řeku Ohři. Zemní hráz pokračuje až k „cyklostezce“, kde je přerušena svislou kamennou zdí s koncovým sloupem pro osazení hradidlové stěny a po 7 m pokračuje kamennou zdí s koncovým sloupem pro osazení hradidlové stěny a končí navázáním do zemního násypu železniční tratě Karlovy Vary – Cheb.

Zemní hráz je vytvořena z místního zemního materiálu ze zemníků provedených vedle hráze. Hráz je zhutněná na 95 % PS. Zemní hráz je lichoběžníkovitého tvaru při šířce v koruně min. 3 m. Svahy hráze jsou 1 : 3 směrem k řece Ohři a 1 : 1,75 směrem k zastavěné části obce. Koruna i svahy jsou překryty zeminou schopnou zúrodnění a osety travní směsí.

Zemní hráz je z části pojízdná. Na hráz je možné najet a hráz je možné i přejet „u vodáckého tábořiště“. Zemní hráz křížuje místní účelová komunikace „cyklostezka“. Kolmo přes uvedený přejezd a cyklostezku jsou vybudovány konstrukce pro osazení protipovodňové hradidlové stěny. Stěny budou při povodni postaveny a přejezd a cesta v období povodně tak nebudou plnit svou funkci. Hradidlové stěny přes přejezd a cestu jsou součástí protipovodňové hráze.



Obr. 2 Navýšení zemní protipovodňové hráze drátokošovou stěnou s železobetonovým těsnicím jádrem (foto Ing. Jiří Leitgeb, CSc.)

Drátokošová stěna s železobetonovým těsnicím jádrem dlouhým 121 m

Drátokošová stěna byla zhotovena na části stávající zemní hrázi zrealizované v 1. stavbě. Touto stěnou byla zajištěna, v daném úseku, potřebná výška protipovodňové hráze. Základem této stěny je svislá nepropustná železobetonová stěna tl. 30 cm, výšky 3,5 m, z toho 1,8 m je založena do zemní hráze a 1,7 m vyčnívá nad korunu zemní hráze. Betonová stěna je dilatována dilatací SIKA. Betonová zeď je z obou stran opevněna drátokoši vyplněnými kamenivem. Vrchní plocha drátokošové stěny je v celé délce a šířce zakryta kamennou prosívkou. Provedené drátokoše vytváří z návodní strany řeky ochranu betonové zdi proti vodní abrazi.

Hradidlové stěny – v délce 21 m a 6 m

Konstrukce pro osazení hradidlových mobilních stěn jsou součástí protipovodňové hráze. Celkem jsou na hrázi 2 konstrukce, „u vodáckého tábořiště“ a „na cyklostezce“.

Hradidlová stěna se skládá z pevně zabudovaných svislých koncových sloupů, které jsou zabetonovány ve svislých kamenných či betonových zdech hráze a z betonových vodorovných prahů mezi dvěma koncovými sloupy. V betonovém prahu jsou zabetonovány kotevní desky pro přimontování středních sloupů k osazení hradidel. Kotevní desky a koncové sloupy jsou v období mimo povodeň zakryty ochrannými šrouby a kryty. Střední sloupy a hradidla jsou v období mimo povodňové nebezpečí uloženy ve skladu.



Obr. 3 Přečerpávání vody přes protipovodňovou hráz ze Pstružného potoka do řeky Ohře při stavu bdělosti (foto Ing. Jiří Leitgeb, CSc.)

SO 03 – se skládá ze čtyř částí:

- přehrazení náhonu – délka 23,2 m,
- přehrazení Pstružného potoka – délka 14,5 m,
- odběrný objekt pro čerpadlo na náhonu,
- odběrný objekt pro čerpadla na Pstružném potoce .

Přehrazení náhonu je tvořeno laminátovým potrubím $\varnothing$ 600 mm, obetonovaným, na kterém je do výšky hráze zřízena železobetonová šachtice, v šachtici je na potrubí osazeno vřetenové šoupátko (hradítko) VAG EROX DN 600 na samonosné rámové konstrukci z nerezavějící oceli.

Do šachtice je možno osadit dlužová hradítka sloužící k zahrazení při havarijním stavu (např. oprava hradítka apod.). Šachtice je uzavřena uzamykatelným poklopem z ocelového plechu.

Přehrazení náhonu slouží při nepovodňových stavech k převedení vody z náhonu do Ohře pod tělesem protipovodňové hráze.

Při povodňových stavech bude potrubí uzavřeno a zamezeno tak zpětnému vzduť vody z řeky Ohře do náhonu. Voda z náhonu pak vtéká do „odběrného objektu“ a je čerpána čerpadlem přes hráz do řeky Ohře.

Přehrazení Pstružného potoka je tvořeno ocelovým svařovaným potrubím $\varnothing$ 1000 mm, obetonovaným, na kterém je do výšky hráze zřízena železobetonová šachtice. V šachtici na potrubí je osazeno vřetenové šoupátko (hradítko) VAG EROX DN 1000 na samonosné rámové konstrukci z nerezavějící oceli. Do šachtice je dále možno osadit dlužová hradítka sloužící k zahrazení při havarijním stavu (např. oprava hradítka apod.). Šachtice je uzavřena uzamykatelným poklopem z ocelového plechu.



Obr. 4 Stavba mobilních hradidel v úseku přejezdu protipovodňové hráze v místě u „vodáckého tábořiště“ (foto Ing. Kateřina Bařtipánová)

Přehrazení Pstružného potoka slouží při nepovodňových stavech k převedení vody z potoka do Ohře pod tělesem protipovodňové hráze.

Při povodňových stavech na řece Ohři bude potrubí uzavřeno a zamezeno tak zpětnému vzdutí vody z řeky do Pstružného potoka. Voda z Pstružného potoka pak bude čerpána z „odběrného objektu“ čerpadlem přes hráz do řeky Ohře.

Při povodňových stavech na Pstružném potoce zůstane potrubí otevřeno a voda bude také přecherpávána přes hráz do řeky Ohře.

Odběrný objekt pro čerpadlo na náhonu je betonový objekt umístěný v hrázi. Je tvořen přívodním potrubím $\varnothing$ 1000 mm, osazeným v čelní zídce na náhonu. Přívodní potrubí zajišťuje při-

tok vody do prostoru odběrného objektu jímky. Zde je umístěno čerpadlo v ocelové svislé rouře $\varnothing$ 711 x 7 mm, která zároveň tvoří výtlačné potrubí. Výtlačné potrubí je vyvedeno na návodní svah hráze, který je upraven jako skluz. Čerpaná voda po skluzu stéká do řeky Ohře. Celý skluz je opevněn dlažbou z lomového kamene. Odběrný objekt je v koruně hráze uzavřen uzamykatelným poklopem.

Odběrný objekt pro čerpadla na náhonu slouží k čerpání vody přes hráz do řeky Ohře v době, kdy je uzavřeno hradítko. Odběrný objekt je podzemní objekt umístěný v hrázi. Odběr vody z náhonu je na kótě 393,20 m n. m. přívodním potrubím $\varnothing$ 1 000 mm, dlouhým 5,00 m. Toto potrubí má spád 40 ‰ a je zaústěno do vlastního odběrného objektu o rozměrech 3,60 x 3,30 m, který je proveden jako monolitická železobetonová konstrukce tl. 30 cm. Dno jímky je na kótě 391,90 m n. m., výtok z potrubí na kótě 393,00 m n. m. Objekt je vyveden do výšky koruny hráze. Odběrný objekt je uzavřen uzamykatelným poklopem z ocelového plechu, na vtoku do potrubí jsou osazeny česle.

V objektu je umístěna svislá ocelová roura na čerpadlo $\varnothing$ 711 x 7 mm s odbočným výtlačným potrubím. Tato roura je fixována do dna jímky a v koruně hráze a je ukončena 270 mm nade dnem jímky. Ve svislé rouře v odběrném objektu je umístěno čerpadlo vrtulové EMU KPR 340 – 4. V případě potřeby je ho možno vyměnit za čerpadlo EMU KPR 340 – 15.

Výtlačné potrubí $\varnothing$ 711 x 7 mm je vyústěno na návodní svah hráze do skluzu. Skluz je hl. 30 cm, šířky 2,0 m a sklon skluzu je 1:3. Celý skluz je opevněn dlažbou z lomového kamene.

Na začátku, na břehu řeky Ohře je skluz zajištěn zabezpečovacím prahem z lomového kamene.

Odběrný objekt pro čerpadla na Pstružném potoce je betonový objekt umístěný v hrázi. Je tvořen přívodním potrubím $\varnothing$ 1000 mm, osazeným v čelní kamenné zdi na Pstružném potoce. Přívodní potrubí zajišťuje přítok vody do prostoru odběrného prostoru (jímky). Zde jsou umístěna tři čerpadla v ocelových svislých rourách $\varnothing$ 711 x 7 mm, která zároveň tvoří výtlačné potrubí. Výtlačná potrubí jsou vyvedena na návodní svah hráze, který je upraven jako skluz. Čerpaná voda po skluzu stéká do řeky Ohře. Celý skluz je opevněn dlažbou z lomového kamene. Odběrný objekt je v koruně hráze uzavřen uzamykatelným poklopem.

Odběrný objekt na pstružném potoce slouží k čerpání vody přes hráz do řeky Ohře v době, kdy je uzavřeno hradítko nebo k čerpání vody z Pstružného potoka při zvýšení jeho hladiny (hradítko zůstává otevřeno).

Jedná se o odběrný železobetonový objekt umístěný v hrázi. Odběr vody bude na kótě 393,20 m n. m. přívodním potrubím $\varnothing$ 1 000 mm, ocelovým svařovaným, dl. 5,00 m. Toto potrubí má spád 43 ‰ a je zaústěno do vlastního odběrného objektu o rozměrech 3,60 x 4,90 m z monolitické železobetonové konstrukce tl. 30 cm.

Dno jímky je na kótě 391,90 m n. m., výtok z potrubí na kótě 393,00 m n. m. Objekt je vyveden do koruny hráze. Odběrný objekt je uzavřen poklopem z ocelového plechu, na přívodním potrubí jsou osazeny česle.

V objektu je umístěny tři svislé ocelové roury na čerpadla $\varnothing 711 \times 7$ mm s odbočným výtlačným potrubím. Tyto roury jsou fixovány do dna jímky a v koruně hráze a jsou ukončeny 270 mm nad dnem jímky. Ve svislých rourách v odběrném objektu jsou umístěna čerpadla vrtulová 2 x EMU KPR 340 – 4 a 1 x EMU KPR 340 – 15.

Výtlačné potrubí $\varnothing 711 \times 7$ mm je vyústěno na návodní svah hráze do skluzu hl. 30 cm, šířky 4,50 m, sklon skluzu je 1 : 3. Celý skluz je opevněn dlažbou z lomového kamene do betonu. Na začátku a na břehu řeky Ohře je zabezpečovací práh z lomového kamene.



Obr. 5 Přehrazení „cyklostezky“ mobilními hradidly (foto Ing. Kateřina Bařtipánová)

SO 04 – Pročištění náhonu – délka 354 m

V rámci výstavby 1. stavby byla obnovena část bývalého vodního náhonu. Náhon slouží k odvedení povrchové vody a především k odvedení průsakové vody „za hrází“ v době záplavy a to k odběrnému objektu, ze kterého je voda přečerpána přes hráz do řeky Ohře.

PS 06 – Technologická část

- čerpadla 4 ks
- rozvaděče 2 ks

Pro **přečerpávání vody z náhonu** je použito vrtulové čerpadlo EMU typ KPR 340 – 4 pro přečerpávané množství cca 200 l/s. Toto čerpadlo je možno podle potřeby zaměnit za typ KPR 340 – 15.

Pro **přečerpávání vody ze Pstružného potoka** bude použito 2 x vrtulové čerpadlo EMU typ KPR 340 – 4 a 1 x typ KPR 340 – 15 pro celkové přečerpávané množství cca 870 l/s. Toto množství převyšuje max. množství čerpaných důlních vod, které jsou do Pstružného potoka čerpány nepřetržitě.

Čerpadla na náhonu i Pstružném potoce budou před povodní spuštěna do ocelové roury $\varnothing 711 \times 7$ mm.

Rozvaděč RM 11 s příslušenstvím je vybaven pro jištění, napájení a automatický provoz i dvou osazených čerpadel s možností individuálního chodu i souběhu při max. přítocích. Rozvaděče jsou instalovány na hrázi u odběrných objektů (SO 03) v elektropíliři.

PS 07 – Elektrocentrála, dieselaagregát

Jedná se o dostatečně kapacitní mobilní zařízení, které slouží jako záložní zdroj el. energie k pohonu čerpadel při výpadku el. sítě.

Kategorie vodního díla

Vodní dílo bylo Městským úřadem Sokolov, odborem životního prostředí zařazeno do **III. kategorie podle TBD**. Pro provoz a manipulaci na vodním díle byl vypracován provozně manipulační řád.

Závěr

Obec Královské Poříčí ve spolupráci s Povodím Ohře, s. p., Chomutov a projektanty vyřešila realizací PPO ochranu obyvatel a majetku v historické části obce. Výše uvedené řešení znázorňuje jednu z možností návrhu PPO.

MĚSTO OSTRAVA A OKOLÍ – NÁVRHY PROTIPOVODŇOVÝCH ÚPRAV

Hana Paclová¹⁰, Rostislav Walica¹¹

Abstrakt

Povodí řek a samotné toky ve městech vyžadují velkou pozornost pro jejich řešení z hlediska územního plánování. Řeší se jak problematika úpravy vodních toků v krajině z hlediska ochrany jejich přirozeného trasování, tak i úpravy související s ohrožením zastavěného území při povodních. Ve městech by měl být vymezen říčním tokům přiměřený prostor a měly by být stanoveny podmínky pro stavební činnost v jejich bezprostřední blízkosti. Riziko povodní je přirozené, lze jej však vhodnými návrhy usměrňovat a snižovat. V rámci koncepčního řešení se pak navrhuje úpravy celého říčního povodí.

Úvod

Řeky hrály od historie vzniku měst významnou roli. Řeka sloužila nejen jako zdroj pitné a užitkové vody, ale ovlivňovala svou šířkou a průběhem jejich rozvoj. Řeka tak ve městě mnohdy vytváří významný urbanistický prvek. To platí i v případě Ostravy, jejíž centrální část leží v podstatě na soutoku dvou významných řek: Odry a Ostravice a jejího přítoku Lučiny. Vodní toky však zde nejsou využity dostatečně jako společenský veřejný prostor. Řeky totiž způsobovaly časté povodně, které vedly k úpravě koryta v centru města a ke stavbě ochranných hrází na ostatních tocích. Původně bylo historické jádro Ostravy lemováno řekou Ostravicí, do které vtékala pod hradem Lučina, po sloučení s okolními obcemi v roce 1924 přibyly Ostravě další dva významné toky – Odra a Opava.

Vodní toky a plochy Ostravska

Městem Ostravou protékají tyto významné vodní toky:

- řeka Odra s prameništěm v Oderských vrších s přítoky Porubkou a Polančicí,

¹⁰ Ing. arch. Hana Paclová, Ph.D., Fakulta stavební VŠB-TU Ostrava, Katedra městského inženýrství, L.Poděště 1875, 708 33 Ostrava-Poruba, tel.59 732 1935, e-mail: hana.paclova@vsb.cz

¹¹ Ing. Rostislav Walica, Ph.D., Fakulta stavební VŠB-TU Ostrava, Katedra městského inženýrství, L.Poděště 1875, 708 33 Ostrava-Poruba, tel.59 732 1966, e-mail: rostislav.walica@vsb.cz

- řeka Opava s prameništěm v Jeseníkách,
- řeka Ostravice s prameništěm v Beskydech s přítokem Lučinou.

Povodí těchto řek zasahuje svou plochou téměř přes celé území Moravskoslezského kraje. Soutok řek Odry a Ostravice je na severním okraji městské části Moravská Ostrava a Přívoz, dále pokračuje řeka Odra k Bohumínu a do Polska. Každá z řek je svým způsobem specifická. Řeka Odra je poměrně úzká, ve volné krajině vytváří rozmanité meandry a v místech, kde by mohla ohrozit zástavbu je doprovázena ochrannými hrázemi. Od místa napojení Opavy se řeka rozšiřuje, pod kopcem Landek se napojuje řeka Ostravice a koryto Odry se ještě více rozšiřuje. Řeka téměř v žádném svém úseku bezprostředně neprotéká hustým zastavěným územím, ale zachovává si přírodní ráz. Řeka Ostravice má širší koryto, je mělká a z východní strany lemuje historickou část Moravské Ostravy. Ráz řeky není v tomto úseku přírodní, z důvodů častých záplav byly v 50. letech 20. stol. vybudovány na obou březích ochranné protipovodňové stěny z lomového kamene. V částech mimo zastavěné území jsou zemní valy.[2,5]



Obr. 1 Řeka Odra v prostoru Svinova [2]



Obr. 2 Řeka Ostravice v oblasti Vítkovic [2]

Na území města se rovněž mimo vodních toků nacházejí i rozsáhlé vodní plochy. V době středověku byla hospodářská činnost města založena na rybníkářství. V polovině 19. století byla dna rybníků vysušena a proměňována na úrodná pole, na kterých byly následně budovány komunikace a železnice.[1]

V současné době se na okraji města nachází několik vodních ploch:

- na jižním okraji města je Odra doprovázena soustavou rybníků, společně tvoří významný přírodní prvek CHKO Poodří;
- na východním okraji města v okolí řeky Lučiny se nacházejí 2 rybníky;
- v SV části území, v oblasti Heřmanic je soustava rybníků (zaplavené plochy po těžbě štěrkopísků) nazývaná Vrbice, které slouží pro rekreační účely.

Historie povodní v Ostravě a okolí

První zmínka o velké povodni (způsobená rozlivem řeky Ostravice) je z roku 1593, kdy velká voda strhla i most přes řeku Ostravici, který sloužil k přechodu do Polské Ostravy. Další katastrofální povodně byly v letech 1670 a 1695. Přívaly jarních vod z Beskyd způsobily rozsáhlé škody po celé délce toku řeky – zatopeny byly obce Ostravice, Frýdlant, Čeladná, Sviadnov, Kunčice a nejvíce byla postižena Moravská Ostrava a Přívoz. V Ostravě bylo zničeno 30 usedlostí a úroda ozimů a jařin. [1] Další velká povodeň byla v roce 1880, která měla rovněž velké následky, zaplaveno bylo celé Podbeskydí. K menším povodňovým událostem je možné přiřadit povodně v letech 1902, 1903, 1909, 1911. Do povědomí se dostává nutnost chránit města před povodněmi, byly zahájeny regulace řek, zejména Opavy a Ostravice a dále byla prováděna hydrologická sledování povodí Odry a Ostravice. Pozorovací stanice byly zřízeny v roce 1878 na Odře ve Svinově a v roce 1881 byl instalován vodočet na pilíři mostu v Moravské Ostravě. Pravidelná měření se pak prováděla od roku 1895. Další ze známých povodní byly povodně v letech 1937, 1939, 1940, 1949, 1960, 1972, 1976, 1985, 1996, dále rozsáhlá povodeň v roce 1997 a následně v roce 2002 s menším rozsahem, která byla způsobena především rozlivem přítoků velkých řek – Polančice, Porubky a Lučiny. Povodeň v roce 1997 byla označována v Ostravě za 300letou, v Bohumíně za 500letou povodeň, která probíhala současně na všech významných tocích Ostravy. Zaplaveny byly všechny níže položené části města Ostravy-Moravská Ostrava, Slezská Ostrava, Přívoz, Hrušov, Výškovice, Svinov, Nová Ves a další části lemující vodní toky. Dále byly zaplaveny města Opava, Krnov, Bohumín a mnoho menších obcí. Důsledky se projeví i v sousedních státech, v Polsku a na dolním toku řeky Odry i v Německu. Během několika dnů spadlo až přes polovinu ročního úhrnu srážek. Povodní byla zdevastována koryta řek povodí Odry, poškozeny mosty, silnice, železnice, zřítla se řada budov. Škody na vodních tocích a dílech byly vyčísleny na 2 mld. korun. [2] Povodeň prokázala selhání státních i soukromých orgánů, organizací a institucí, ale ukázala i významnou funkci přehrad v povodích řek regionu. Chyběly protipovodňové plány, koryta řek byla neudržovaná a selhalo i technické zajištění-zejména kanalizační systémy a signalizace nebezpečí.



Obr. 3 Zničená zástavba obce na toku řeky Odry při povodni v roce 1997[2]



Obr. 4 Rozliv řeky Ostravice při povodni v roce 2010 [foto: Paclová]

Bez využití retenčních prostorů vodních nádrží (zejména nádrže Šance na Ostravici a nově vybudované Slezské Hartě v povodí Opavy) by byly následky povodně zvláště pro centrum Ostravy ještě daleko ničivější.[3] Poslední povodeň v Ostravě byla v květnu roku 2010. Vznikla v důsledku velké intenzity jednorázových srážek při bouřkách. V některých místech Ostravy dosáhla povodeň rozsahu povodně 1997, byla provedena evakuace městské části Koblova a nemocnice v Bohumíně. Rozlivem řeky Odry došlo k rozsáhlým záplavám v Polsku. [4]

Postupné úpravy vodních toků a ploch na území města

Časté záplavy vyvolávaly potřebu provedení úprav k zamezení opakovaných katastrof. Do roku 1880 nebylo ochráněno proti záplavám věnováno mnoho pozornosti. Ve městech byly prováděny práce se zabezpečením mostů, jezů a břehů proti podemílání a erozi. Odborníci, kteří by byli schopni navrhnout a provést ucelený návrh regulace vodních toků se „objevili“ až ke konci 18. století. Příčinou relativně malého zájmu o řešení protipovodňových úprav by mohlo být i to, že velkými vodami nebyly ohrožovány majetky zámožných vrstev (vyjma polností.). V oblasti povodí řek Odry a Ostravice začaly postupně na přelomu 19. a 20. stol. probíhat úpravy bystřin v horských oblastech Beskyd¹², které ústily do významných toků a u kterých byla rovněž prováděna regulace – zejména úpravy koryt a břehů.



Obr. 5 Úpravy horských bystřin [2]



Obr. 6 Úpravy horských bystřin [2]

Myšlenky na budování přehrad se dostaly do popředí v období 20. let minulého století, postupně se však měnil účel, pro který měly být budovány. Původní ochranný účel před povodněmi byl vystřídán honbou za levnější energií. Ve 30. letech pak zcela převážil účel zajištění dostatku pitné vody pro rozvíjející se města v Moravskoslezském kraji a rovněž pro zásobování nových průmyslových závodů. Mezi nejčastěji zmiňované lokality pro výstavbu přehrad patřily: Kruž-

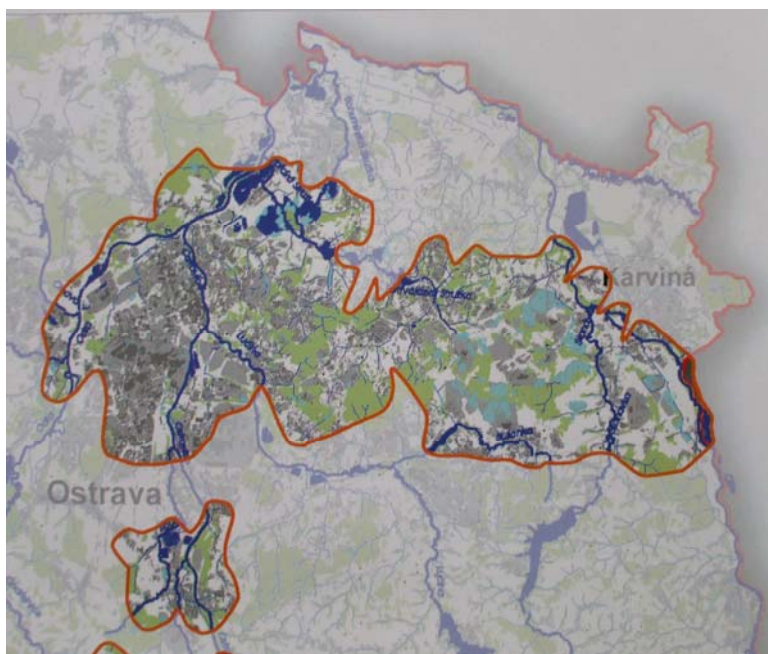
¹² Základem pro provádění těchto prací byl zákon o neškodném svádění horských vod, vydaný rakousko-uherskou vládou v roce 1884.

berk, Žimrovice, Nové Heřmínovy, Šance, Čeladná, Hlučín, Věřňovice, Spálov a další. Do konce roku 1970 byly postaveny tyto přehrady: Kružberk, Žermanice, Těrlicko, Morávka, Olešná, Baška a Šance. Díla Šance, Kružberk a Morávka sloužila jako zásobárny pitné vody, ostatní sloužily jako zdroje vody pro průmysl a těžbu, pro rekreaci a všechny plnily funkci ochrany proti povodním.

Od poloviny 19. století byly rovněž budovány kromě stanic pro hydrologická měření i meteorologické stanice, které prováděly pozorování a měření srážek.

V období mezi světovými válkami byly zpracovány návrhy na regulaci řeky Ostravici v úseku Vítkovic a Moravské Ostravy a řeky Odry v úseku Koblova a Přívozu. Realizace úprav, které již zohledňovaly vlivy poddolování, pokračovaly i za 2. světové války.

Po 2. světové válce se objevuje snaha o provedení úprav vodních toků protékajících ostravsko-karvinským revírem – Odra, Ostravice, Lučina především z důvodů odstranění negativních dopadů důlní činnosti na odtokové poměry a protipovodňové zabezpečení. Vlivy poddolování se projevovaly v samotném jádru povodí Odry a podstatně ovlivnily jak samotnou tvářnost vodních toků, tak i odtokové poměry. Tyto problémy způsobily poklesy území - byly vytvářeny rozsáhlé poklesové kotliny a byly poškozovány rovněž i vodní stavby. Docházelo k porušení funkčnosti zejména jezů, k prohlubování dna toků, byly deformovány podélné profily toků a následně docházelo ke zvýšení erozivní činnosti břehů. Do návrhů úprav toků pak musely být zapracovány požadavky na budování stupňů, zvyšování hrází, prohrábky koryt a zvedání mostů.[2]



Obr. 7 Mapa území ostravska poddolovaném hlubinnou těžbou uhlí (rozloha dosahuje 250 km²) [2]

Úpravy významných toků

Tok řeky **Odry** byl v úseku, kterým prochází městem upravován, v původním stavu zůstaly meandry na jižním okraji města a před městem Bohumínem. Nejstarší úpravou byl průkop meandru v 16. století v oblasti Moravské Ostravy, další úpravy meandrů proběhly v 18. a 19. století v oblastech Hrušova a Petřkovicích. V roce 1844 byl tzv. haťovým krytem upraven břeh řeky v Přívoze, o rok později ve Svinově. Po povodni v roce 1880 byly provedeny jen dílčí hráze, na řece bylo vybudováno několik jezů a původní byly opraveny. Po povodni v roce 1903 byla část řeky upravena regulací. Úpravy v období po 1. Světové válce byly částečně podřízeny myšlence na vybudování průplavu Dunaj-Odra-Labe. V části od zaústění řeky Opavy až po Bohumín bylo provedeno zkapacitnění koryta a prokopán meandr na Vrbici, v Koblově byl zřízen pohyblivý jez a po pravé straně toku postavena hráz, která dostačovala k ochraně proti 100leté vodě. V 70. letech 20. století byly postaveny dva betonové jezy a bylo provedeno prohloubení koryta řeky. Všechny provedené úpravy přečkaly všechny povodně až do roku 1997, kdy došlo k přelití hrází a následnému rozplavení některých z nich.

Tok řeky **Ostravice** byl v historii upravován z důvodu stabilizace řečiště pro odběr vody vznikajících průmyslových závodů. Průběžně byly opravovány jezy umístěné při vyústění náhonů. Nejstarší doklad o provedených úpravách je z roku 1554, kdy byla provedena oprava břehů proti propadení. První návrh k celkové úpravě řeky ve směru od Paskova k Ostravě byl vypracován v roce 1779. Bylo navrženo opevnění levého břehu a provedení několika průkopů. Z celého návrhu však bylo realizováno pouze několik opevnění v mostním profilu a úpravy ostravského jezu. Další neúplné opravy byly prováděny v průběhu 19. století. Malá hospodářská potence majitelů pobřežních pozemků však nedovolovala upravovat Ostravici komplexněji. V roce 1850 byla ukončena regulace toku v úseku od Vítkovic po ústí Lučiny. Byly zbudovány dva průkopy a cca 400m dlouhá hráz. Je zdokumentováno¹³, že před velkou povodní v roce 1880 bylo koryto řeky Ostravice částečně fixováno v Moravské Ostravě a Frýdku. Po povodni byly vypracovány dva odlišné návrhy na ochranu Ostravy před velkou vodou:

- jeden preferoval realizaci úprav na horním toku řeky, zejména zbudování malých nádrží na přítocích;
- druhý pak rozšíření koryta řeky – na šířku koryta pod řetězovým mostem Moravské Ostravy.

Ani jeden z návrhů však nebyl realizován. Jeden z důvodů zamítnutí zemským výborem v Brně, druhý z důvodů neshod mezi Moravou a Slezskem.

Šířka řeky byla částečnými zásahy upravena v souvislosti s výstavbou nového mostu namísto zříčeného řetězového v roce 1886. Na přelomu 19. a 20. století byl upraven levý břeh Ostravice v oblasti dnešních Komenského sadů. V roce 1901 byla regulace Ostravice a Lučiny zahrnuta Ministerstvem vnitra ve Vídni do programu regulací. Povodně v letech 1901 a 1902 vyvolaly potřebu koncepčního řešení protipovodňových úprav řeky a tak byl v roce 1905 zpracován gene-

¹³ odborný dokument Die Flüßregulierung in Schlesien z roku 1874

rální projekt úpravy Ostravice v úseku od ústí do Odry po obec Staré Hamry. Práce měly být dokončeny v roce 1923.¹⁴ Některé části návrhu byly realizovány, mnohé však byly většími vodami zničeny. Zkušenosti z nezdarů byly využity při následných úpravách v letech 1924 – 1936 – úpravy jezů v Hrabové a Vratimově, budovány byly dílčí hráze v místech zástavby, hlavně u soutoku s Odrou, dále byly upravovány sklony dna toku a v centru byly postaveny nábrežní zdi¹⁵ [5]. V období 2. Světové války byly řešeny především problémy spojené s poddolováním. K úspěšnosti protipovodňových úprav přispěla výstavba přehrad Šance, Morávka a Žermanice. Přehrady snížily kulminační povodňové průtoky a zmírnily intenzitu erozí břehů. V 70. a 80. letech byly na řece Ostravici provedeny další úpravy, vesměs mimo město Ostravu. Jednalo se o úpravy toku, přeložka toku kvůli odvalu dolu Paskov a kvůli výstavbě celulózky Paskov bylo realizováno odlehčovací rameno a byly zbudovány nové jezy.¹⁶ Další úpravy byly prováděny po povodni v roce 1997 – úpravy hrází, zpevnění břehů koryta, opravy jezů, atp

K dalším významným tokům patří řeka **Lučina** (pramení na okraji Beskyd, pod Prašivou), která ústí do Ostravice přímo na okraji historického jádra města. Zpočátku má formu horské bystřiny, pak vtéká do Žermanické přehrady a pak mírně zvlněná teče do Ostravy. Na Lučině bylo postupně zbudováno několik jezů, které sloužily pro naplnění rybníků. V posledních 5 km od ústí byla řeka postižena poddolováním. Dno řeky zapadlo vlivem poddolování až pod úroveň hladiny řeky Ostravice a bylo několik desítek let zanášeno. Významné úpravy probíhaly v letech 1939 – 1941, kdy bylo koryto zpevněno v délce 2 km struskou a důlním kamenem, byly provedeny dva stupně, byl zvednut most a poslední úpravou byla regulace toku okolo průmyslového areálu Arcelorův (dříve Nová huť Klementa Gottwalda-NHKG). Průtokový režim byl příznivě ovlivněn výstavbou přehrady Žermanice.

Do Odry se v prostoru Třebovic vlévá řeka **Opava**, která protéká severním okrajem města. Zpočátku má řeka Opava i s jejími přítoky bystřinný charakter, před Krnovem začíná meandrovat a pokračuje přes město Opavu do Ostravy. V posledních 8 km před zaústěním je koryto řeky zúženo vlivem terénu a rybníčními hrázemi. Odtokové poměry Opavy jsou ovlivněny geologickou stavbou podloží a vyjma povodně v roce 1997 se tok nevyznačuje erozní činností, koryto je ustálené. Jedněmi z prvních staveb byly jezy. Ty největší sloužily pro rybníkářství, v 18. a 19. století byly upravovány břehy, z koryta se v mnoha místech těžily štěrky. Na konci 19. století bylo připraveno několik návrhů na soustavnou regulaci řeky. Návrh obsahoval stavby a úpravy jezů, výstavbu dvou mostů, koryto bylo dimenzováno na průtok 100leté vody. Po povodních v letech 1902 a 1903 byl přepracován původní návrh. Nový řešil směrové úpravy toku v Opavě, zpevnění

¹⁴ Návrh byl podložen hydrotechnickými výpočty a hydrometrickými měřeními. Úpravy trasy řeky respektovaly směr hlavní proudnice, stávající jezy a prahy. Stabilita dna byla zajištěna návrhem nových stupňů a prahů. Nebyly však navrženy hráze, projekt spoléhal na dostatečnou šířku řečiště.

¹⁵ Nábrežní zdi v úseku historického jádra města byly budovány v letech 1925 – 1934, jsou v délce 500 m na pravé straně a v délce 100 m na levé straně břehu. Zdi jsou 6,5 m vysoké, 2 m pod terénem v betonových základech 4 m širokých, postavených na pilotách. Stěny jsou obloženy kyklopským zdivem.

¹⁶ Celkem bylo v Ostravě 12 jezů.

břehů a opravy stávajících jezů. Dolní tok Opavy nebyl soustavně regulován a řeka tak způsobovala časté záplavy železniční trati Opava-Svinov a odběrného místa pro elektrárnu v Třebovicích. Ve 30. letech 20. století byly vypracovány dva návrhy, které řešily úpravu koryta a vybudování pevného jezu pro odběr vody elektrárny. K velkému přeložení koryta řeky došlo v 80. letech u obce Děhylov, kde bylo po těžbě štěrku vytvořeno umělé jezero a koryto řeky muselo být přeloženo. K dalším úpravám a změnám směru koryta nedošlo. Řeka Opava je směrově regulována většinou jen v zastavěných částech měst a obcí, jinak prochází ve formě přírodních meandrů krajinou.[2]

Současnost

Vzhledem ke škodám, které poslední povodně způsobily, přistoupilo město Ostrava k realizaci zajištění protipovodňových úprav na tocích, jejichž okolí je často zaplavováno. První úpravy byly provedeny na vodním toku Porubka – dokončeny v roce 2011, v roce 2013 začínají úpravy toku Polančice a je připravena studie protipovodňových úprav na řece Odře.



Obr. 8 Porubka – km 5,46 nad silničním mostem Porubka – km 7,523 – rozestavěný most [7]
Ostrava-Poruba [7]

Porubka je levostranným přítokem Odry, je vodním útvarem povrchových vod. Ve smyslu zákona o vodách¹⁷ je však zařazena mezi významné toky. Je to z důvodu trasování dolního toku, který prochází hustě zastavěným územím krajského města. Porubka se svým charakterem řadí mezi toky se stabilním sklonem, směrovými poměry, v nezastavěných částech je tvořena meandry. Problémem byla kapacitní nedostatečnost koryta ve spodní třetině toku. V tomto úseku tok probíhá hustě zastavěným územím a původní průtočnost 5leté vody, která dostačovala, se během

¹⁷ Zákon č. 254/2001Sb., o vodách a změně některých zákonů (vodní zákon)

vývoje stala kritickou. V posledních letech 2009 – 2011 došlo v tomto úseku k realizaci úprav¹⁸ na ochranu proti povodním. Byly provedeny dílčí přeložky toku, zkapacitnění koryta a jeho ohrázení, byly provedeny úpravy stávajících jezů.

V současné době jsou připraveny k realizaci návrhy pro úpravu řeky Odry a pro úpravu Polančice.¹⁹

Na toku Polančice začnou úpravy podle schváleného návrhu již na jaře 2013. Dokončení je plánováno na rok 2020. Z připravovaných úprav to budou:

- zkapacitnění koryta, které spočívá v jeho rozšíření, vyrovnání či prohloubení nivelety;
- odtěžení nánosů a provedení náhrady dvou spádových stupňů za vakové jezy;
- rekonstrukce nekapacitních mostů, lávek a zatrubněných mostů;
- součástí bude provedení probírky břehových porostů a
- zřízení dvou retenčních nádrží na horním toku pro snížení vodního průtoku z Q_{100} na Q_{20} pod nádržemi.[6]

Důležitou dokumentací z hlediska protipovodňové prevence je Studie vyhodnocení a zvládání povodňových rizik na řece Odře, v úseku Ostravské aglomerace. Studie je zpracována v souladu s požadavky Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/60/ES nejmodernějšími dostupnými metodami. Studie obsahuje mapy povodňového ohrožení a mapy povodňových rizik ve vztahu k územnímu plánu města Ostravy. Vyhodnocuje pravděpodobný průběh zaplavení zastavěných či zastavitelných ploch (hloubku a rychlost proudění) při různých povodních (např. Q_{100} , Q_{500}) a vyznačuje kritické lokality, ze kterých by měla být zástavba vymístěna nebo které by měly být využity méně rizikovým způsobem. Studie mimo jiné přebírá i starší záměry protipovodňových opatření, z nichž již byla některá realizovaná (rekonstrukce a navýšení levobřežní hráze ve dvou úsecích v Dubí, rekonstrukce a navýšení pravobřežní hráze ve dvou úsecích v oblastech Zábřeh a Černý příkop), případně se realizace připravuje (výstavba nové levobřežní hráze v Koblově, výstavba ochranných hrází kolem nechráněných pozemků v oblasti Vrbických jezer na pravé i levé straně. Studie obsahuje i návrh úprav toku Odry na území Polska v bezprostřední blízkosti hranic v Chalupkách a Zabelkove (jedná se o prodloužení a zvýšení hrází kolem Odry v tomto úseku). Jak už bylo řečeno, studie z územního plánu vychází a zároveň je podkladem pro jeho další aktualizaci a stává se tak významným územně-plánovacím podkladem.

¹⁸ Úpravy jsou prováděny na základě Studie odtokových poměrů Porubky v úseku Ostrava-Svinov – Dolní Lhota km 0,000-13,444, zpracovatel fa:AQUATIS a. s. Brno, rok 1999

¹⁹ Základem jsou:

- Studie vyhodnocení a zvládání povodňových rizik na řece Odře v úseku Bohumín- Polanka, zpracovatel fa REVITAL, Praha, březen 2010.
- Studie proveditelnosti protipovodňových opatření pro zástavbu Polanky nad Odrou, zpracovatel: fa PÖYRY ENVIRONMENT a. s. Brno, září 2011.

Stejnou metodikou jsou řešeny i nejnovější Studie vyhodnocení a zvládání povodňových rizik na řece Ostravici (od Frýdku-Místku po Ostravu), Lučině (od Havířova) a na řece Opavě (po Kravaře a v Ostravě).

Závěr

Povodně na území města Ostravy a jeho nejbližšího okolí byly v průběhu času nejčastějšími příčinami krizových situací spojených s rozsáhlými materiálními škodami. Je známo, že absolutní ochrana před povodněmi neexistuje, ale je možné je vhodnými protipovodňovými opatřeními snížit na co nejmenší míru. To platí zejména v oblastech s hustým zastavěním. Tak můžeme doufat, že po realizaci všech připravených návrhů, bude Ostrava jedním z měst, které nebudou dalšími povodněmi ohroženy v takovém rozsahu jako v letech 1997, 2002 a 2010 a obyvatelé budou mít zajištěnu bezpečnost spolu s kvalitním životním prostředím. Protože řeky jsou nejen – v případě řešeného tématu – nositeli povodní, ale zejména by měly vytvářet ve městech příjemný estetický a klimatický prvek, který je možno používat pro krátkodobou rekreaci, oddech, jako místo pro setkávání, pro sportovní vyžití a další lidské aktivity...

Příspěvek byl zpracován na základě konzultací a poskytnutých podkladů a projektů úprav vodních toků povodí Odry organizací Povodí Odry, s. p. se sídlem v Ostravě.

Literatura

- [1] Kol. autorů *Dějiny Ostravy*, Ostrava: Nakladatelství Sfinga 1993, ISBN 80-85491-39-7.
- [2] BROSCHE, O. *Povodí Odry*, Ostrava. Nakladatelství ANAGRAM 2005, pro Povodí Odry, s. p., ISBN 80-7342-048-1.
- [3] BŘEZINA, P. a kol. Povodeň v červenci 1997 v povodí Odry, *Vodní hospodářství* 6/98, ročník 48, str. 141 – 145, Nadace Voda a vzduch, ISSN 1211-0760.
- [4] Povodně Morava 2010, článek přístupný z: www.mesto-bohumin.cz/cz/zpravodajstvi/novinove-clanky/17162-povodne-morava-2010.html
- [5] ZDAŘILOVÁ, R., PACLOVÁ, H., MATĚJ, M., BOROVCOVÁ, A. *Technické památky v Ostravě*, Repronis: Ostrava 2007, str. 103, ISBN 978-80-7329-157-0.
- [6] MALCHÁREK, P. Město investuje v Polance do protipovodňových opatření, *Moravsko-slezský deník*, 11. 3. 2013, str. 3.
- [7] *Studie odtokových poměrů Porubky v úseku Ostrava-Svinov – Dolní Lhota km 0,000 – 13,444*, Brno: zpracovatel fa:AQUATIS a. s., 1999.

MĚSTA A POVODNĚ

Jiří Švancara²⁰

Úvod

Historie lidstva je spojena s využíváním vodních zdrojů a přístupem k vodě. Lidská sídla však obsazovala povodněmi zranitelná území podél vodních toků a využití těchto území bylo a je stále intenzivnější. Moderní rozvoj měst je proto spojen s prováděním opatření pro snížení povodňových rizik. Současný přístup k ochraně před povodněmi je založen na uznání faktu, že povodně jsou opakující se přirozené jevy, které sice mohou být lidskou činností ovlivněny (jak pozitivně, tak bohužel i negativně), avšak nezbyvá, než s jejich existencí a nahodilostí počítat.

Na řadě příkladů lze ukázat praktické přístupy řešení ochrany sídel před povodněmi a související koncepce využití území, technická řešení protipovodňových opatření i návaznosti na další technickou infrastrukturu měst.

Povodně jako přírodní jevy a technická opatření

Po celou historii provádění opatření na snížení povodňových rizik je možné zaznamenat následující opakující se schéma:

- Pro určitou lidskou činnost nebo osídlení se začne využívat zranitelné území.
- Nastane situace vedoucí k přesvědčení, že existující míra rizika (potenciální ztráty na životech a velikost škod na majetku v území) nelze nadále akceptovat (zpravidla výskyt významné povodně).
- Jsou realizována opatření pro snížení rizik souvisejících s povodněmi.

Soustavná opatření na ochranu před povodněmi prováděná v 19. a 20. století byla na území ČR reprezentována především úpravami toků zvyšujícími jejich průtočnost a dalšími opatřeními převážně technické povahy. Úzce zaměřený technický přístup může svádět k falešnému přesvědčení, že přírodní jevy (také povodně) je možné ovládnout, to vždy ale platí pouze do určité míry. Poslední desetiletí, zejména v období po katastrofální povodni v roce 1997 byla v ČR předkládána i řešení, která vycházejí ze snahy posílit přirozené procesy s pozitivním vlivem na zadržení

²⁰ Ing. Jiří Švancara, Pöyry Environment a. s., 602 00 Brno, tel. +420 541 554 341, e-mail: jiri.svancara@poyry.com

vody v krajině a zpomalení odtoku. Lze s potěšením pozorovat, že postupně dozrává doba smíření obou přístupů. Poučení zastánci přírodě blízkých opatření již neargumentují efekty, která jsou nedosažitelné [2] a technickým opatřením je vyhrazeno patřičné místo a to tam, kde není možné snížení povodňových rizik zajistit jiným způsobem a kde je existuje odpovídající předmět ochrany [4] a příslušné opatření je možné považovat za efektivní. Diskuse o koncepci protipovodňových opatření u konkrétního sídla tedy vždy začíná otázkou, jaká míra ochrany je přiměřená a jakým opatřením (či jakým souborem opatření) je možné požadovaných cílů dosáhnout. Za korektní rozhodnutí lze chápat i uvědomělé přijetí míry rizika a neprovedení žádného opatření.

Vývoj povodně jako nahodilé přírodní události se nezastaví s dosažením návrhové úrovně koruny ochranné hráze. Technická opatření mají své návrhové parametry a je zcela oprávněné ptát se, jaký scénář nastane po jejich překročení. Ochrana není nikdy absolutní a v určitých situacích nelze ničivé síle povodní zabránit.



Obr. 1 Dotčení území v celé šířce údolní nivy řeky Opavy za povodně v roce 1997

Historický vývoj měst a trendy vývoje

Existuje dostatek důkazů o tom, že v jednotlivých etapách vývoje sídelního útvaru existuje vazba mezi realizací ochranných opatření a jeho rozvojem. Po určitém období pak může znovu dojít ke zpochybnění míry ochrany sídla, buď výskytem extrémní povodně, nebo změnou podkladů, formálních standardů, případně prostým nárůstem potenciálních škod. V řadě případů také dochází vlivem nedostatečné regulace aktivit v území k narušení předpokladů funkce existujících

ochranných opatření, například zhoršením odtokových poměrů. Poměrně málo četně (a v ČR prozatím zcela výjimečně) dochází k vyřešení ochrany vymístěním zranitelných objektů z území, ačkoli uvolnění ohrožených území podél toků vytváří nevyšší potenciál pro hodnotné urbanistické začlenění vodních toků do městského prostředí a pro návrh nejspolehlivějších typů ochrany před povodněmi. V řadě případů však není možné volit jinou alternativu, než poměrně komplexní technická opatření, přičemž některé z nich mají povahu unikátních inženýrských staveb.

Příklady technických opatření na území hlavního města Prahy

Systém technických opatření na území hlavního města zahrnuje širokou škálu technických řešení, která musí respektovat existující intenzitu využití území i specifické požadavky na zachování architektonických hodnot. U standardních ochranných hrází, ochranných zdí a pevných zábran lze při zodpovědném založení do podloží a kvalitním provedení vlastní konstrukce očekávat relativně spolehlivou funkci až do dosažení návrhových hladin. Velkou pozornost při posuzování funkčnosti však bylo nutné věnovat odvedení vnitřních vod a vzájemného ovlivnění ochranných opatření a inženýrských sítí. Výsledkem je systém, jehož funkčnost je podmíněna mimořádným rozsahem operativních činností, které je nutné za povodně provést (např. zabezpečení uzávěr pevných zábran, mobilní hrazení, čerpání apod.) a která lze udržovat pouze v podmínkách hlavního města.



Obr. 2 Mobilní zábrany. Úsek 0004 – Holešovice, Stromovka, část 33 – Přístav Holešovice

Rozsahem unikátní řešení muselo být například navrženo pro odvodnění území při zaústění Rokytky v oblasti libeňských přístavů [3]. Navržený uzel zajišťuje uzavření nátoky do prostoru přístavu za vysokých vodních stavů ve Vltavě, odlehčení Rokytky a přečerpávání průtoků do

Vltavy v množství $6 \times 2,7$ až $3,35 \text{ m}^3/\text{s} = 16,2 - 20,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Výtlačná výška je 5,5 až 9,4 m a požadovaný příkon pro čerpání dosahuje až $6 \times 340 \text{ kW} = 2\,040 \text{ kW}$.



Obr. 3 Uzel Rokytky



Obr. 4 Zkušební provoz povodňové čerpací stanice

Příklad řešení ochrany před povodněmi města Jablonce nad Nisou

V současné době je hlavním protipovodňovým opatřením města Jablonce nad Nisou vodní dílo (VD) Mšeno, vybudované na Mšenském potoce v letech 1909 – 1911. VD Mšeno mimo jiné slouží jako retenční nádrž pro zachycení povodňových průtoků ze Mšenského potoka a částečně z Lužické a Bílé Nisy, odkud bylo možné převádět do nádrže jen omezené části průtoků. Nebyla dořešena ochrana zastavěného území pod profilem hráze. Stavba, která je dokončována v roce 2013, řeší protipovodňovou ochranu města opět s využitím VD Mšeno. Zvýšení míry ochrany bude zajištěno zvýšením kapacity převádění průtoků z Lužické a Bílé Nisy do přehradní nádrže, transformací povodní až do Q_{100} a také vybudováním nové odpadní štolky z nádrže, jež bude odvádět transformované průtoky bezpečně mimo hlavní zástavbu města.



Obr. 5 Koncepce ochrany Jablonce nad Nisou převodem vody do nádrže Mšeno

Příklad řešení ochrany před povodněmi města Olomouce

Město Olomouc bylo těžce zasaženo povodní v červenci 1997, povodeň dosáhla kulminačního průtoku $784 \text{ m}^3/\text{s}$.

Komplexní řešení ochrany města je rozdělené na tři etapy (bez ochrany okrajových částí), návrhový průtok ochrany je $650 \text{ m}^3/\text{s}$. V roce 2007 byla dokončena I. etapa (obtokový kanál), na ni navazuje soubor opatření na tocích v délce cca 3,2 km a doprovodné stavby (II. etapa). S dosažením cílů ochrany souvisí zabezpečení kanalizační sítě a opatření na odlehčovacích komorách, kterými by voda z řeky natékala do kanalizace a způsobovala zatápění zástavby.



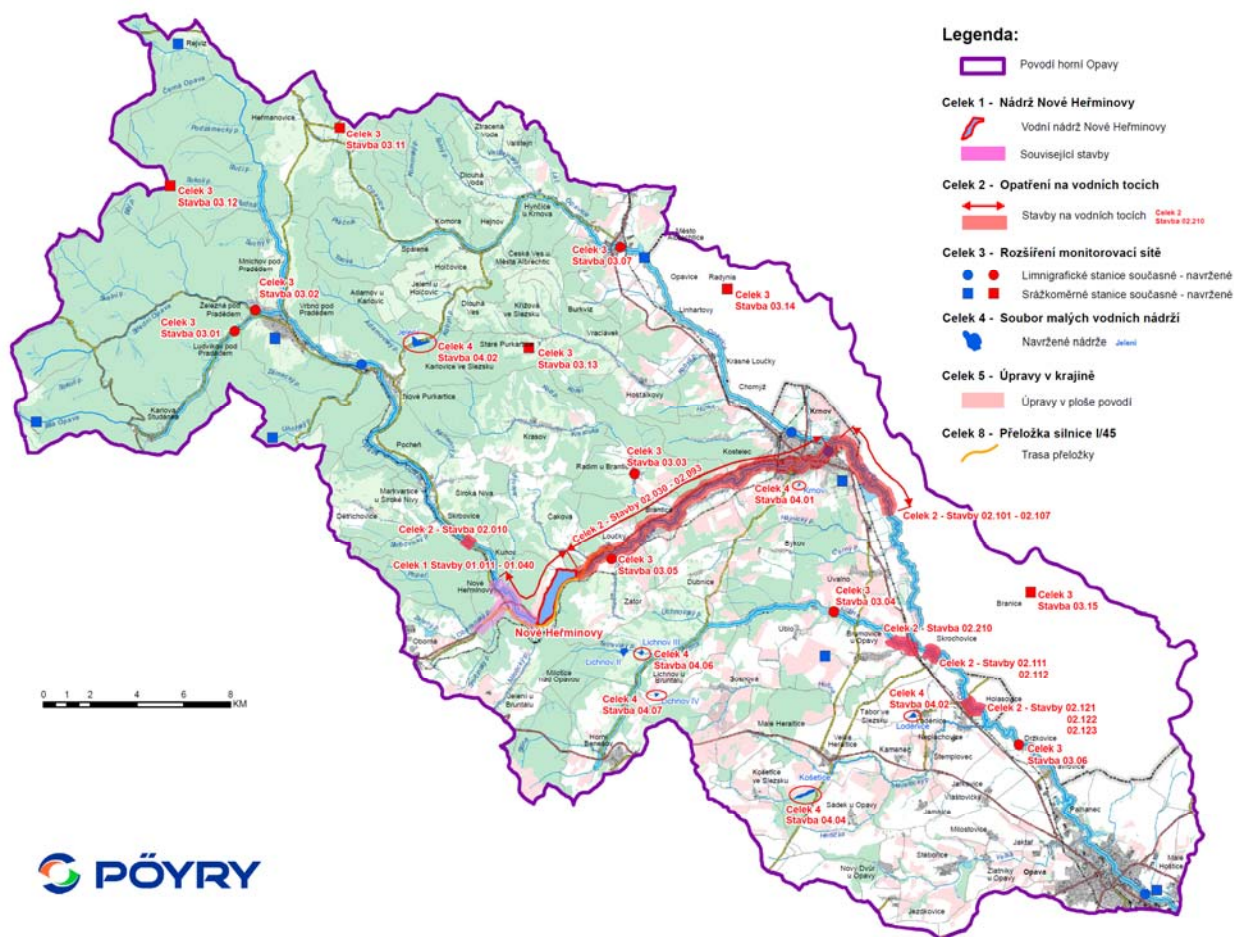
Obr. 6 Otok jako součást povodňové ochrany města Olomouce

Koncepce systému ochrany města je charakteristická snahou o vyvážení rozsahu a dosažitelných účinků opatření. Důraz byl také kladen na omezení prvků ochrany vyžadujících provádění operativních činností za povodní. Přesto jsou cíle ochrany města Olomouce před povodněmi dosažitelné pouze za předpokladu kvalifikované manipulace na souvisejících zařízeních (stupně na Moravě a na obtoku, opatření na kanalizaci, čerpání apod.) a za předpokladu dlouhodobého zajištění funkčnosti a provozní připravenosti navržených a zrealizovaných prvků ochrany.

Příklad řešení ochrany v povodí horní Opavy

Zmíněná opatření na ochranu před povodněmi jsou navrhována v horní části povodí řeky Opavy, které se nachází v severovýchodní části ČR podél hranic s Polskem. Oblast byla mimořádně těž-

ce postižena katastrofální povodní v roce 1997, došlo zde k rozsáhlým materiálním škodám i ke ztrátám na lidských životech. Celý soubor opatření, který byl pro zájmové území připraven, zahrnuje výstavbu přehradní nádrže, opatření na vodních tocích s rozsáhlými revitalizacemi, výstavbu malých ochranných vodních nádrží, rekonstrukci a rozvoj dopravní sítě a infrastruktury a také náhradní výstavbu ve vyžádaném rozsahu.



Obr. 7 Komplexní soubor opatření na ochranu před povodněmi v povodí horní Opavy

Souborem opatření jsou omezována rizika za povodní u obcí Nové Heřminovy, Zátor, Brantice, města Krnova s místními částmi nad i pod soutokem řeky Opavy s Opavicí, dále obcí Brumovice, Holasovice, místních částí Opavy Držkovice, Vávrovice, Malé Hoštice a samotného města Opavy.

V průběhu přípravných prací bylo prokázáno, že pro zvýšení ochrany před povodněmi sídel v povodí horní Opavy na požadovanou úroveň nelze nalézt řešení, které by se dokázalo vyhnout obytné a další zástavbě a významnému zásahu do vlastnických práv. Současně bude takové řešení vždy opatřením nákladným s výrazným zásahem do přírodního prostředí.

Soubor opatření na horní Opavě lze uvést jako příklad komplexního přístupu k problematice ochrany před povodněmi, který využívá dosažitelného potenciálu přírodě blízkých povodňových opatření, přičemž však hlavní podíl na dosažení cílů ochrany mají opatření technická. Varianta vybraná vládou ČR rovněž preferuje zachování rozhodující části obce Nové Heřminovy a její další rozvoj před čistě ekonomickými hledisky. V současnosti probíhá pro uvedený soubor opatření projektová příprava a majetkoprávní vypořádání.

Závěr

V současnosti jsou již plně funkční nástroje, s jejichž podporou lze posoudit, zda a do jaké míry lze konkrétní opatření považovat za účinné a efektivní. Posuzování je zcela oprávněné, neboť v naprosto převažující části případů jsou opatření na ochranu před povodněmi realizována s podporou veřejných prostředků. Za oprávněné lze také považovat multikriteriální hodnocení, kdy vedle dosažení účinku opatření jsou posuzovány environmentální, sociální i jiné aspekty.

Zkušenosti z přípravy opatření na ochranu před povodněmi i z průběhu povodní samotných ukazují, že tam kde je to možné, přednost by měla dostat opatření, která vchází do funkce samočinně. Tak lze zajistit požadovanou míru spolehlivosti a současně se omezí náklady na zajištění funkčnosti a pohotovosti ze strany měst a správců vodních toků.

Pokud se nelze vyhnout návrhu opatření vyžadujících operativní činnosti za povodní, je třeba jejich výkon zajistit na nejvyšší možné úrovni a současně vytvořit systém garantující nasazení i za kritických situací.

Literatura

- [1] BARBORKA, P. Protipovodňová opatření města Olomouce. *Stavebnictví 03/2007*, str. 16 – 22.
- [2] PITHART, D., DOSTÁL, T., LANGHAMMER, J., JÁNSKÝ, B. a kol. *Význam retence vody v říčních nivách*. Daphne ČR 2012, ISBN 978-80-260-3697-5.
- [3] NEUMAYER, O. a kol. *Protipovodňová ochrana hl. m. Prahy, Část 32 Libeňské přístavy – povodňová čerpací stanice*. Soubor projektově dokumentace, AQUATIS a. s., 2004 – 2005.
- [4] ŘÍHA, J. a kol. *Riziková analýza záplavových území*. Brno: CERM, 2005, ISBN 80-7204-404-4.
- [5] ŠVANCARA, J. Ochrana před povodněmi v povodí horní Opavy a vodní dílo Nové Heřminovy. Inženýrská komora 2013, str. 56 – 71.
- [6] ŠVANCARA J, KOCIAN, J. Ochrana Jablonce nad Nisou převodem povodňových průtoků přes VD Mšeno. *Stavebnictví 05/2012*, str. 28 – 36.

VODA A OHEŇ

Ivo Staš²¹

Anotace

Mimořádně vysoký stav vody, povodeň, „...přináší obyvatelům okolních poloh značné škody na polích i majetku... tou měrou, že země nestačí pohltnout množství vody, jež by pórovitostí svojí pohltila za doby trvalého sucha... trvá obyčejně jen na krátko“ – vyplývá z citace relativně poklidné dobové definice Ottova naučného slovníku. Realita posledních období z hlediska přibývajících zejména stoletých či tisíciletých povodní a naproti tomu ubývání ploch neurbanizované krajiny však ve více regionech a zvláště v městských sídlech rozhodně poklidná není. Nenávratně či podstatně zasahuje životy lidí i rozsáhlé regiony včetně jejich základního ekonomického potenciálu. V industriální historii Ostravy, žijící hlavně z ohně hořícího ve vysokých pecích hutí, koksovnách a v dalších horkých výrobních provozech, vícekrát při povodních voda, obrazně řečeno, zápasila s ohněm. Následkem 1 000leté vody v červenci roku 1997 však byly způsobeny škody v miliardách korun, a to takové, že se doposud některé následky nepodařilo úplně odstranit. Nezastavěné půdy přitom od té doby dále ubývá – rizika povodní tedy stále přetrvávají.

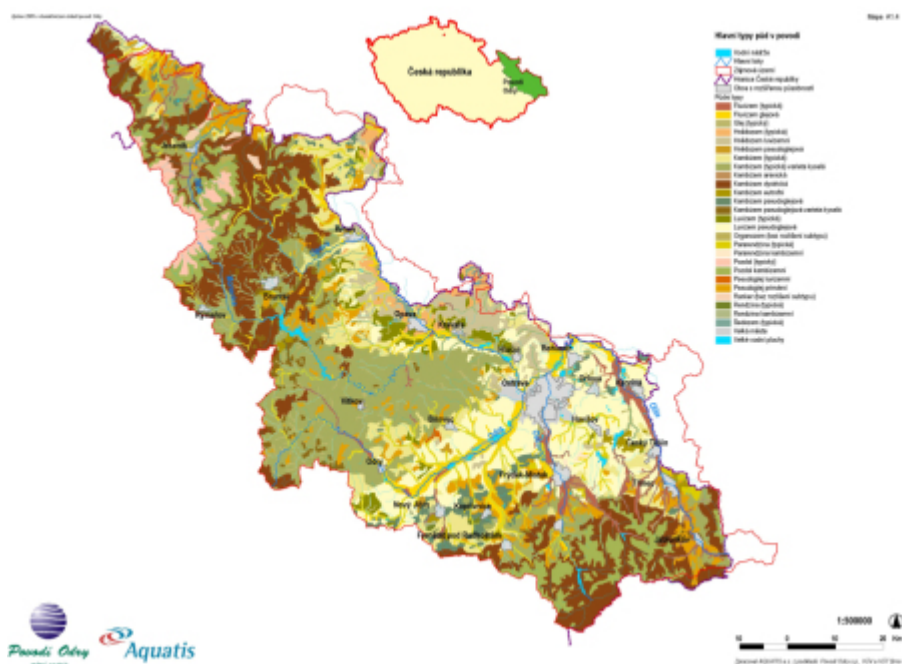
V tomto příspěvku se zamýšlím nad širšími souvislostmi vzniku povodní na Ostravsku, historickými momenty, spojenými s těmito jevy i nad některými opatřeními inženýrského a technického charakteru s cílem zachovat pro Ostravu onen průmyslový oheň, zaručující život tohoto města, i za mimořádně vysokého stavu vody.

Podmínky vzniku záplav na Ostravsku

Oblast Ostravska se nachází na severovýchodním okraji povodí řeky Odry, jejíž tok několik kilometrů za Ostravou opouští území České republiky a směřuje do Polska. Rozloha území spravovaného Povodím Odry, s. p., činí 6791 km² (včetně tzv. okrajových přítoků), což je 1 325 km vodních toků. Říční síť rozdělujeme podle charakteru na 2 specifické oblasti: oblast jesenickou a oblast beskydskou. Jesenická a beskydská část oblasti povodí Odry mají odlišný charakter říční sítě, daný odlišnostmi geologických, klimatických a hydrologických poměrů. Beskydy náleží ke

²¹ Ing. Ivo Staš, Magistrát města Ostravy, odbor ekonomického rozvoje, Prokešovo nám. 8, 729 30 Ostrava, tel.: 599 442 051, e-mail: istas@ostrava.cz

srážkově nejbohatším oblastem ČR a zároveň jde o území s největší hustotou toků. Sklon beskydské říční síť je zhruba dvojnásobný proti tokům jesenickým a tato okolnost se projevuje i svými účinky při povodních.



Obr. 1 Mapka Povodí Odry

Povodí Odry je v České Republice povodím nejmenším, má však řadu charakteristických vlastností:

- z umístění povodí na evropské rozvodnici a z krátkých dotokových dob k závěrečnému profilu povodí vyplývá, že předpověď průtoků, fungování varovných systémů, řízení vodohospodářské soustavy v reálném čase a její optimalizace je problematická;
- srážky v Povodí Odry jsou nejvydatnější z celého území státu, přičemž jsou rozloženy nerovnoměrně v ploše a ovlivněny i orientací horských útvarů;
- zadržovací účinek přehrad je roven jejich umístění v horních částech jednotlivých povodí;
- geologické, sklonové a částečně i hydrologické poměry na jesenické a beskydské straně povodí mají různý charakter;
- šterkonosné toky v Beskydech mají obrovskou rozkolísanost průtoků, patřící k nejvyšším ve střední Evropě, kupříkladu na Ostravici v profilu údolní nádrže Šance dosahuje průměr minimálního a maximálního průtoku s průměrnou četností výskytu 1 x za 100 let hodnoty 1:6038;

- v dolních částech povodí Odry, Opavy, Ostravice, Olše, je značná hustota obyvatelstva, inženýrských sítí a liniových staveb, které jsou ohrožovány těžko kontrolovatelným a usměrňovatelným průběhem povodní, přicházejících z výše ležících chráněných krajinných oblastí (CHKO Beskydy, Jeseníky, Poodří);
- odtokové poměry v nejexponovanějších úsecích toků jsou ovlivněny poddolováním a poklesy terénu způsobenými hlubinnou těžbou černého uhlí. Délka hlavních poddolovaných úseků činí 145 km;
- z celkové délky 216 km hraničních toků v České Republice připadá na povodí Odry 103 km, přičemž nejžehavější problémy s odtokem povodňových průtoků jsou v tzv. hraničních meandrech Odry v prostoru Bohumína, s nímž je spjata jeho protipovodňová ochrana.

Vodní toky a protipovodňová ochrana na nich, se v minulosti vyvíjela odlišným způsobem. Beskydské toky jsou převážně soustavně upraveny, přičemž stupeň protipovodňové ochrany se pohybuje mezi 20 až 100letou vodou. Úpravy byly provedeny z velké části po 2. světové válce, v období rozmachu industrializace Ostravy a okolí, přestavby infrastrukturní sítě a výstavby občanské obytné zástavby.

Řešení odtokových poměrů bylo prováděno většinou velkoryse včetně souvisejících liniových staveb mostů přes vodní toky. To je kontrast oproti poměrům na jesenické straně. Zde jsou přítomny pouze starší pomístní a nesystematické regulace mnohdy na hranici životnosti se stupněm protipovodňové ochrany na Q_5 až Q_{20} , kromě význačnějších městských tratí (Jeseník, Opava, Krnov, Bruntál) s ochranou okolo Q_{50} . Postižení obcí a měst by bylo značně výraznější, kdyby neexistovaly v povodí údolních nádrže a kdyby nebylo využito jejich zadržovacích kapacit účinně řízeno. Vliv údolních nádrží se projevil 10 – 33 % snížením kulminačních průtoků zejména:

- Na řece Ostravici ve Frýdku-Místku byl při prvním vrcholu povodně (7. 7. 1997) snížen průtok o $330 \text{ m}^3/\text{s}$ (z 1000 na 670) a při druhém vrcholu 9. 7. 1997 o $225 \text{ m}^3/\text{s}$ z (950 na 735). Kapacita koryta v městské trati byla zcela využita, a kdyby nádrže nesnížily objem protékající vody, bylo by centrum zaplaveno stejně jako několikrát v minulosti (naposledy roku 1960).
- Na Ostravici v Ostravě byl při prvním vrcholu povodně snížen průtok o $310 \text{ m}^3/\text{s}$ (z 1020 na 710) a při druhém vrcholu o $200 \text{ m}^3/\text{s}$ (z 1080 na 880). Proto městské části Ostravy podél Ostravice zůstaly povodně ušetřeny.
- Na Odře v Ostravě byl snížen průtok o $80 \text{ m}^3/\text{s}$.

Historické povodně na Ostravsku – 1813, 1880, 1997

Povodeň v srpnu 1880 patří vedle záplav v létě 1813 k největším živelným pohromám v povodí Odry v 19. století, pravděpodobně srovnatelným s povodňovou katastrofou z července 1997. Zpustošila Ostravsko a nadlouho se stala časovým mezníkem pro obyvatele, kteří dělili čas na

dobu před jejím výskytem a po ní. Například v paměti generací obyvatel Moravské Ostravy utkvěla jedna výjimečná událost: V polovině 19. století byl na okraji tehdejšího centra města postaven cukrovar firmy Dingler, který však roku 1859 vyhořel. V obnovených budovách vznikla výroba parafínu a petroleje. V srpnu 1880 zasáhly podnik dva živly. Nejprve přišla povodeň, petrolej plující na hladině se dostal do ohniště kotelny a vypukl obrovský požár. Obyvatelé okolí v úžasu připlouvali na lodičkách shlédnout toto fascinující drama sváru vody a ohně.

Povodeň na Moravě a Odře v roce 1997 proběhla zhruba v rozpětí 5.– 16. července na Moravě, ve Slezsku a na východě Čech. Zápavy zasáhly také sousedící území Polska, Slovenska a Rakouska. Povodňová vlna z Odry se ničivě projevovala i na jejím dolním toku v úsecích hranice s Německem. Povodeň na Moravě a Odře se tak stala součástí katastrofy evropských rozměrů.

Příčinou vydatných srážek byla tlaková níže, která se nad Moravu, Slezsko a Polsko posouvala směrem od severní Itálie. Neobvyklá situace ve vývoji nastala tehdy, když pole vyššího tlaku vzduchu mezi Azorskými ostrovy a Skandinávií postup tlakové níže zablokovalo. Její střed po jistou dobu setrval nad jižním Polskem. Území Slezska a Moravy zůstávalo relativně blízko středu tlakového útvaru a zároveň bylo překážkou pro týlovou složku jeho proudění. Právě tato složka tlakové níže přinášela nejvíce oblačnosti a srážek. Zpomalením postupu frontálního systému se obvykle jeden až tři dny trvající srážková perioda prodloužila o celé dva dny. Tento faktor se ukázal pro samotnou výjimečnost povodně jako zcela rozhodující. Děšť mimořádně zesiloval s návětrným účinkem pohoří, což se projevilo zejména v Jeseníkách a Beskydech. Během kritických několika dnů spadlo v povodí Odry a Moravy místy až přes polovinu ročního úhrnu. Obě řeky a jejich přítoky se rozvodnily na úroveň 150leté až 500leté vody, povodeň zasáhla 1/3 území Moravy a Slezska.

Došlo k obětem na životech a obrovským škodám. Zahynulo 49 osob, bylo zničeno 2 151 domů (dalších 5 652 se stalo dlouhodobě neobyvatelnými), strženo bylo 26 mostů. Navíc byl na několik dnů zcela zastaven provoz na klíčových železničních tratích (zcela vyraženy byly nejdůležitější železniční uzly Moravy Přerov a Olomouc a rozsáhlé úseky přilehlých tratí). Těžce poškozeny byly rozsáhlé části měst Ostrava, Opava, Otrokovice, Přerov, Olomouc a další. Celkové škody byly odhadnuty na 63 miliard korun. Za nejhůře postižené sídlo se považuje obec Troubky na soutoku Moravy a Bečvy, kde bylo zničeno 150 domů a 9 lidí zahynulo.

Povodňová vlna na Odře si při průtoku Polskem vyžádala 55 lidských životů a škody za 3,5 miliardy euro. Vážně postiženým městem byla Vratislav, kde povodňová vlna dosahovala 10 metrů.

Povodeň prokázala mnohá selhání různých státních i soukromých orgánů, organizací a institucí. Chyběly protipovodňové plány, v mnoha podnicích byly porušovány bezpečnostní předpisy, technika byla ve špatném stavu, koryta mnoha řek byla neudržovaná. V prvních dnech zcela selhal výstražný systém, což se nejstrašlivěji projevilo v Troubkách. Jediná státní instituce, která z povodní vyšla s relativně čistým štítem (kromě dobrovolníků) byla armáda.

Povodeň však měla jeden kladný efekt, velmi přispěla k vyvinutí nových protipovodňových ráďů a odstranění největších nedostatků na celém území České republiky, což vedlo k podstatnému

zmírnění následků povodní v Čechách o pět let později. Iniciovala také např. prohloubení spolupráce záchranných složek při řešení mimořádných událostí na území města Ostravy. Již v roce 1990 se zde zrodil pojem Integrovaný záchranný systém (IZS). Pojem, který nedefinoval žádnou „instituci“, ale spolupráci jednotlivých záchranných složek – hasičů, zdravotnické záchranné služby a policie ČR, včetně tehdy vznikající Městské policie Ostrava. V roce 1993 se IZS města Ostravy již stal nedílnou součástí jeho fungování a zároveň základem pro celostátní systém, jež byl legislativně zakotven v roce 2000. V roce 2011 bylo uvedeno do provozu také Integrované bezpečnostní centrum v Ostravě.

Protipovodňová opatření v Ostravě

Opěrné nábrežní zdi

Po obrovské povodni v roce 1880 navrhl moravskoostravský starosta Anton Lux regulaci a úpravu břehů řeky Ostravice. Jeho návrhy byly realizovány až v roce 1924, kdy se začalo s vrtnými sondami, aby mohly být mezi Moravskou a Slezskou Ostravou vybudovány opěrné nábrežní zdi. Jako velký problém se ukázalo poddolování území. Podle návrhu ostravských stavitelů Františka Koláře a Jana Rubého, spoluautorů Nové radnice, byly tyto zdi postaveny na pilotovaných základech vyztužených betonovou deskou. Šlo o nákladnou akci, však je také zde vysoká 6,5 metru a široká 4 metry a vystavěná ze slezské žuly. Aby zdi odolávaly agresivním průmyslově znečištěným vodám, používal se pro výrobu betonu vysokopecní cement. Kapacita upraveného řečiště stačí k bezpečnému průtoku 1 100 m³ vody za vteřinu, takže by si mělo poradit i s velkou povodní. Návrh byl koncipován také pro potřeby budoucí stavby průplavu Dunaj – Odra.



Obr. 2 Opěrné nábrežní zdi v centru
Města Ostravy, obvyklý průtok řeky
Ostravice



Obr. 3 Opěrné nábrežní zdi, průtok
7. 7. 1997 při kulminaci Ostravice

Odra v Ostravě

Odra protéká plochou ostravskou pánví bez výrazné nivy. V celém rozsahu města Ostravy je tok Odry regulován, upraven na Q_{100} . Ve městě se do Odry vlévají dva významné přítoky Opava (levobřežní) a Ostravice (pravobřežní). Povodeň v červenci 1997 zcela či zčásti zaplavila některé městské obvody (zástavba na obou březích v blízkosti toku – městské části Nová Ves, Svinov, Přívoz vč. hlavního nádraží, Hrušov) a průmyslové podniky (Moravské chemické závody, rafinerie Ostramo, bývalé uhelné doly, úpravny uhlí), došlo k úniku značného množství chemikálií. Využitelné retenční prostory zde prakticky nejsou, je nutné udržovat současnou úpravu toku.

Ostrava – státní hranice

Jedná se o velmi ploché území s širokou, nevýrazně ohraničenou nivou. Odra je regulována a ohrázována až ke Starému Bohumínu (ke státní hranici). Dále podél hranice je to meandrující poměrně mohutný tok. Významným pravobřežním přítokem v bezprostřední hranici s Polskem je Olše. Vhodné retenční prostory jsou vzhledem k charakteru území nevelké, nacházejí se především u soutoku s Olší (cca 3 – 5 km²).



Obr. 4 Červenec 1997, zaplavená území v centru Ostravy (tmavě šedá barva)

Zvýšení povodňové ochrany na území města Ostravy

V rámci celostátního programu Ministerstva zemědělství ČR "Prevence před povodněmi - II. etapa" realizuje státní podnik Povodí Odry na území města Ostravy mj. tyto stavby:

1. Úprava Porubky, Ostrava-Svinov, km 0,900 – 7,200: Cílem úpravy koryta je zajištění bezpečného převedení návrhového průtoku ve výši $Q = 30 \text{ m}^3/\text{s}$, což je o málo větší než dvacetiletý průtok.

2. Levobřežní hráz na Odře, Ostrava-Antošovice, km 9,200 – 12,000: Stavba řeší protipovodňovou ochranu Antošovic a části Koblova vybudováním ochranné hráze na okraji zastavěného území.
3. Povodňová ochrana městského obvodu Hrabová: Levobřežní hráz odlehčovacího ramene na potoce Ščučí.
4. Povodňová ochrana městského obvodu Polanka nad Odrou: Zvýšení kapacity stávajícího koryta Polančice a vybudování dvou suchých nádrží.

Stavby jsou realizovány za výrazné finanční spoluúčasti statutárního města Ostravy. V uplynulých letech již poskytlo město Ostrava na přípravu a realizaci obou staveb celkově částku více, než 10 mil. Kč.

Povodí Odry, s. p., využívá také Studii vyhodnocení a zvládání povodňových rizik na řece Odře v úseku Bohumín – Polanka, který je pro území města Ostravy rozhodující. Zamýšlený projekt vybudování vodní cesty Dunaj – Odra – Labe by měl také přinést zvýšení protipovodňové ochrany na své trase, procházející Ostravou a kopírující tok řeky Odry.

Závěrem: význam oblasti Poodřípro Ostravu

Chráněná krajinná oblast Poodří se nachází v severní části Moravské brány, zahrnuje nivu Odry a přítoků a část pravobřežní terasové plošiny (celkem 81,5 km²). Oblast je významná jako nadregionální biocentrum (severní část) a biokoridor (jižní část), je zapsaným mokřadem podle Ramsarské konvence na ochranu mokřadů. Jádrem je pravidelně (i vícekrát ročně) zaplavované území nivy Odry o velikosti 15 – 20 km². Pravidelné inundace Odry jejích přítoků mají nezastupitelný význam po existenci mokřadních biotopů (komplexy lužních lesů, nivní louky, rybníky, periodické a trvalé tůně). V inundaci se nacházejí pouze okraje některých obcí a příčně procházející tělesa komunikací, sídla jsou umístěna převážně mimo inundaci podél přítoků. Rozsah zaplaveného území činil při povodni 1997 54 km² a objem vody pozdržené nivou odhadem cca 89 mil m³ (ČHMÚ Ostrava stanovil ovlivnění povodňové vlny retencí v CHKO Poodří v profilu Ostrava - Svinov, z něhož vyplývá, že kulminace byla snížena cca o 100 m³/s oproti modelovému případu bez vlivu nivy).

Na příkladu CHKO Poodří lze demonstrovat, jaké škody způsobila katastrofální povodeň 1997 v krajině se zachovalým charakterem a historickým hospodářským přizpůsobením záplavám. Škody a vlivy na krajinu zde nastaly minimální. CHKO Poodří může sloužit jako modelové území, kde je poměrně dobře sladěno hospodářské využívání nivy s přirozenou protipovodňovou funkcí území.

Literatura

- [1] Vyhodnocení povodňové situace v r. 1997, Český hydrometeorologický ústav, Praha, 1998.
- [2] Analýza povodňových událostí v ekologických souvislostech, Unie pro reku Moravu, Brno, 1998.
- [3] Plán oblasti povodí Odry, Povodí Odry, s. p., Ostrava, 2009.
- [4] Povodňový plán MSK, Moravskoslezský kraj, Krajský úřad, Ostrava, 2010.
- [5] JIŘÍK, K. a kol. *Dějiny Ostravy*, Ostrava: Sfinga, 1993.

SKLÁDKA KOMUNÁLNÝCH ODPADOV A RIZIKO KONTAMINÁCIE V DÔSLEDKU POVODNE

Ivona Škultétyová²²

Abstrakt

Komunálne odpady sú produkované ako vo vidieckych, tak aj v urbanizovaných oblastiach a je zložitá prijať jeden všeobecný systém nakladania s nimi, ktorý by bol rovnako úspešný vo všetkých lokalitách. Prvkami v systéme odpadového hospodárstva sú zariadenia slúžiace na zneškodnenie odpadu, pričom najrozšírenejšími zariadeniami boli v minulosti, a v mnohých oblastiach sú ešte aj dnes, skládky odpadov. Skládky odpadov však predstavujú najväčšie riziko znečistenia životného prostredia a ohrozenia zdravia ľudí. Jedným z negatívnych vplyvov skládok odpadov je znečistenie povrchových alebo podzemných vôd priesakovou kvapalinou. Priesakové kvapaliny vznikajú v telese skládky z viacerých zdrojov a pod vplyvom viacerých podmienok (zrážky, resp. iná forma vody, ktorá sa dostane do telesa skládky, druh odpadu, počiatočná vlhkosť odpadu, jeho zhutnenie, reakcie spojené s rozkladom odpadu a pod.). V období prevádzkovania skládky a v období po skončení jej prevádzky je vplyv skládky na zdravie ľudí a životné prostredie do značnej miery dobre predvídateľný, čo je zdokumentované v mnohých publikovaných štúdiách avšak vplyvu skládky v prípade povodní sa venuje pozornosť v malej miere. V oboch prípadoch je možné kontamináciu zo skládok odpadov odhadnúť pomocou metód založených na systémoch hodnotenia stupňa rizika.

Kľúčové slová

Skládka odpadov, komunálne odpady, povodne, skládkové priesaky, životné prostredie

Úvod

Spôsob zneškodňovania komunálnych odpadov, ktorých produkcia je spojená s existenciou ľudskej spoločnosti od jej vzniku, prechádzal vývojom v závislosti od množstva vyprodukovaného

²² doc. RNDr. Ivona Škultétyová ,PhD., Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, Email: ivona.skultetyova@stuba.sk

odpadu a od ich škodlivosti. Na základe princípu hierarchie odpadov, uplatňovanej v štátoch Európskej únie, sa s komunálnymi odpadmi nakladá tak, aby predstavovali čo najmenšie riziko pre zdravie ľudí a životné prostredie. Komunálne odpady sú zneškodňované viacerými spôsobmi, ale najmenej prijateľným spôsobom z pohľadu hierarchie odpadov je zneškodňovanie odpadov skládkovaním. Skládkovanie je relatívne najjednoduchší a v mnohých prípadoch aj najlacnejší spôsob zneškodňovania odpadov, čo aj do blízkej budúcnosti predurčuje, že v mnohých častiach sveta skládkovanie je a aj naďalej bude najrozšírenejším spôsobom zneškodnenia odpadov.

Skládka odpadov

Skládka odpadov je technické zariadenie, ktoré je charakterizované v nej prebiehajúcimi fyzikálnymi, chemickými a biologickými procesmi. Procesom vylúhovania sa z odpadu do priesakových kvapalín dostávajú škodliviny. Nevýhodou zneškodnenia odpadu na skládke je, že z dlhodobého hľadiska, toto zariadenie predstavuje značné riziko pre ľudské zdravie a životné prostredie. Riziko kontaminácie zo skládky je spojené aj so skutočnosťou, že na skládku sa aj v súčasnosti ukladajú v značnom množstve rozložiteľné odpady, čoho dôsledkom je vznik skládkových plynov ako aj priesakových kvapalín, ktoré môžu byť z telesa skládky postupne uvoľňované. Ich chemické zloženie ovplyvňujú viaceré faktory, napríklad produkované množstvo priesakovej kvapaliny, pôvodné vlastnosti skládkovaných odpadov, chemické a biochemické reakcie vznikajúce pri rozklade odpadov a pod.

Z pohľadu priesakových kvapalín je cieľom navrhnuť technicky skládku tak, aby sa škodlivosť kontaminantov a ich produkcia minimalizovala vylúčením vstupu externej vody do vrstiev skládkovaných odpadov, ako aj ich zachytením v drenážnom systéme skládky a aby sa tesniacim systémom v základni skládky minimalizovala ich migrácia do okolia skládky.

Systémy hodnotenia vplyvu skládok odpadov

V období prevádzkovania skládky a v období po skončení prevádzky skládky je vplyv skládky na zdravie ľudí a životné prostredie do značnej miery dobre predvídateľný, čo je zdokumentované v mnohých publikovaných štúdiách avšak vplyv skládky v prípade povodní je ešte málo preskúmaný [5]. V oboch prípadoch je možné kontamináciu zo skládok odpadov odhadnúť pomocou metód založených na systémoch hodnotenia stupňa rizika.

Okrem modelov, v ktorých autori aplikovali tie isté zákony a teórie, ktoré sa využívajú aj pri modelovaní prúdenia vody v pôdach, a pomocou ktorých modelovali prúdenie priesakovej kvapaliny v skládke komunálnych odpadov v období posledných tridsiatich rokov - ako sú napr. HELP (Hydrologic Evaluation of Landfill Performance), FILL (Flow Investigation of Landfill Leachate) či stochastické simulačné modely ako LandSim alebo EPACMTP (EPA's Composite Model for Leachate Migration with Transformation Products) existujú aj modely zložené na systémoch hodnotenia stupňa rizika pre skládky odpadov, ktoré boli opísané vo viacerých literárnych pra-

meňoch [4, 5]. Každý z týchto systémov hodnotenia vplyvu skládok odpadov hodnotí relatívny stupeň rizika parametrami, ktoré opisujú zariadenia na zneškodňovanie odpadov. Tak napríklad skládka je hodnotená jedným alebo viacerými nasledovnými faktormi:

- šírenie kontaminantov zo skládky podzemnými, povrchovými vodami alebo rozptýl do atmosféry,
- horľavosť a výbušnosť,
- priamy kontakt so škodlivinami.

pričom systém hodnotenia rizika musí byť citlivý či už na druh skládkovaného odpadu, či na zmeny podmienok v telese skládky a jej okolí.

Každý z týchto modelov má výhody, ale aj nevýhody. Deterministické a stochastické modelovanie vyžaduje veľké množstvo údajov, komplex analytických procesov, značný čas potrebný na uskutočnenie merania a pod. Systémy hodnotenia rizika sú často založené na metódach subjektívneho hodnotenia, ale pre ich jednoduchosť sú často považované za vhodné systémy. Mnohé z nich sú založené na matematickom rámci hlavných vstupných parametrov podmieňujúcich vplyv a riziko.

V mnohých prípadoch sú skládky odpadov umiestňované v blízkosti sídel v rovinatých a nížinných oblastiach, ktoré môžu byť ohrozené povodňami. Riziko kontaminácie zo skládky je v týchto prípadoch spojené s pravdepodobným výskytom povodne a s dôsledkami tejto udalosti – zaplavenie telesa skládky, hydrodynamické vplyvy na skládku a environmentálne vplyvy [1]. V závislosti od zloženia odpadov, klimatických podmienok a v literatúre uvedených metódik, ktoré boli aplikované vo viacerých štúdiách, sa odhaduje vplyv emisií zo skládky na obdobie 200 až 500 rokov po skončení prevádzky skládky [2]. Na základe tejto skutočnosti sa dá predpokladať, že skládky chránené pred 100 ročnou povodňou, budú pravdepodobne zaplavené a pravdepodobne dôjde k strate stability telesa skládky a k migrácii kontaminantov, čo sa vyskytlo už aj v súčasnosti – v roku 2002 na rieke Elba [6]. Vplyv kontaminácie zatopených skládok predstavuje kontamináciu povrchových, podzemných vôd a pôdy.

Metodika hodnotenia rizika kontaminácie skládok v záplavových zónach

Jedným zo štátov EÚ, kde k tejto problematike pristupujú zodpovedne je Rakúsko. Existuje tu systém hodnotenia rizika vychádzajúci z databázy HORA (Hochwasserrisikozonierung Austria), ktorá je poskytovaná Rakúskym federálnym ministerstvom poľnohospodárstva, lesov, environmentu a vodného hospodárstva [3]. Databáza vymedzuje potenciálne zóny zaplavované pozdĺž riek s periodicitou záplav 30, 100 a 200 rokov.

Metodológia pre hodnotenie rizika vplyvu povodní na miesta skládok odpadov sa vykonáva v tejto lokalite s využitím máp zátopových území, ktoré sú vyvinuté pre podmienky Rakúska. Hodnotenie rizika kontaminácie zo skládok sa uskutočňuje na základe hodnotenia záplavových

území, dát o inundačnom území pri povodniach s 30, 100 a 200 ročnou periodicitou a s využitím hydrologických informácií z viacerých zdrojov – zrážky, koeficient odtoku, historické údaje o povodniach a pod. V Rakúsku okolo 30 % skládok komunálneho odpadu je v riziku, že budú zatopené v prípade povodne s periodicitou 200 rokov a cca 95 % nie je dostatočne chránených pred zatopením.

Pre individuálne hodnotenie vplyvu skládky sa však okrem využitia máp berú do úvahy konkrétne podmienky miesta lokalizácie skládky vzhľadom na riziko zaplav, topológia telesa skládky a existencia lokálnych technických protipovodňových opatrení a meraní. Požadované sú aj charakteristiky či sa v blízkosti skládky nachádzajú environmentálne významné oblasti, či je objem skládkovaného odpadu väčší ako 100.000 m³, či skládkovanie začalo po roku 1980 (uplatňovanie legislatívnych požiadaviek) a pod.

Predpokladá sa, že kontaminanty uvoľnené z odpadu budú v mnohých prípadoch potenciálnym zdrojom príľahlých tokov, ale nie hlavným environmentálnym rizikom počas záplav. Následná saturácia telesa skládky môže mať významný vplyv v procesoch prebiehajúcich v telese vedúcich k narušeniu mechanickej stability. Skládkové priesaky je možné hodnotiť na základe scenárov, ktoré zahŕňajú rôzny stupeň saturácie skládkového telesa – nízka, stredná, vysoká a strata stability spôsobená eróziou – najvyšší potenciál emisií a teda predstavujú malé, stredné a vysoké riziko pre prvé 3 stupne a pre 4. stupeň, pretože nie je dost' informácií týkajúcich sa úniku častíc zo zatopených skládok, potenciálne emisie sa odhadli najhorším prípadom scenára – celkovou eróziou.

Na základe tejto metodiky boli vytvorené kategórie hodnotenia pre potenciálne riziko záplav skládok komunálneho odpadu, pričom sú definované 3 kategórie ohrozenia:

- **ohrozené** predstavuje skládky, ktoré sú situované v dosahu oblasti zátopových území 200 ročných povodní alebo menšom;
- **pravdepodobne ohrozené** predstavujú skládky, pre ktoré je vzdialenosť skládky a rizikovej zóny s 200 ročnou povodňou menej ako 150 metrov;
- **pravdepodobne neohrozené** predstavujú skládky, ktoré sa nachádzajú v zónach kde nie je určená riziková zóna pre povodne a nie je určená pre skládku menšia vzdialenosť od záplavovej zóny ako 150 metrov.

Metodika stanovenia systému

Charakteristické parametre

V súčasnosti navrhované systémy pre určenie stupňa rizika kontaminácie zo skládok využívajú hodnotenie najmä na základe komponentov, medzi ktoré patria:

- **zdroj**
skládky, ktorá je charakterizovaná množstvom a potenciálom kontaminantov uvoľňovaných zo skládkovaného odpadu,

- **prostredie**

charakterizované šírením kontaminantov zo zdroja k receptoru,

- **receptor**

ktorý je opísaný rôznymi charakteristikami umožňujúcimi šírenie kontaminantov (pôda, podzemná voda, kategória užívateľa vody - obyvateľstvo, priemysel, poľnohospodárstvo a pod.).

V rámci súčasných prístupov je nutné pri hodnotení rizika brať do úvahy všetky 3 komponenty hodnotenia, ktoré sú zhodnocované relatívnou numerickou škálou založenou na miere jej rôznych charakteristických parametrov. Singh a kol. vo svojej práci opisujú takto zadefinované systémy a metodiku stanovenia hodnôt jednotlivých parametrov systému [4].

Stupeň rizika (R) je daný nasledovným vzťahom

$$R = R_Z \cdot R_P \cdot R_R \quad (1)$$

kde R je stupeň rizika
 R_Z stupeň rizika zdroja
 R_P stupeň rizika prostredia
 R_R stupeň rizika receptora

Stupeň rizika zdroja (R_Z)

predstavuje miery rizika množstva a toxicity kontaminantu v skládke a potenciál jeho priesaku zo skládky. Množstvo kontaminantu je priamo závislé od množstva odpadu v skládke, toxicita závisí od druhu a zloženia odpadu. Potenciál pre priesak kontaminantu z telesa skládky závisí od množstva zrážok, ktoré infiltrujú do vrstiev odpadu. Vsakovanie zrážok cez skládkovaný odpad predstavuje hlavný faktor pre priesak kontaminantov, čo znamená, že väčšie množstvo zrážok indikuje väčší potenciál pre priesak kontaminantov. Vsak zrážok je podmienený fázou ukladania odpadu a uzavretím telesa skládky, čo ovplyvňuje podiel infiltrovaných zrážok z celkového množstva zrážok spadnutých na povrch telesa skládky.

Takže stupeň rizika zdroja R_Z je daný vzťahom

$$R_Z = O_{mi} \cdot O_{zi} \cdot O_{ii} \quad (2)$$

kde O_{mi} je indikátor množstva odpadu
 O_{zi} je indikátor zloženia odpadu
 O_{ii} je indikátor infiltrovaných zrážok

Stupeň rizika prostředí (R_P)

Kontaminanty, ktoré sa vylúhujú z odpadu do infiltrujúcich zrážok môžu prenikať z vrstiev odpadu cez 3 prostredia - tesniaci systém v základni skládky, nenasýtená zóna, nasýtená zóna - pričom rýchlosť ich šírenia a koncentrácia sa znižuje vplyvom fyzikálnej bariéry, ktorá predstavuje prostredie medzi zdrojom a receptorom a vplyvom procesov v nej prebiehajúcich.

Stupeň rizika prostredia je vyjadrený teda rovnicou

$$R_P = T_i \cdot V_i \cdot A_i \quad (3)$$

kde T_i je indikátor drenážneho a tesniaceho systému

V_i je indikátor nenasýtenosti zóny

A_i je indikátor nasýtenej zóny

Stupeň rizika receptora (R_R)

Stupeň rizika receptora je indikátor pre pôdu, vodu resp. pre kategóriu rôznych užívateľov vody a je vyjadrený vzťahom

$$R_R = PV_i + \sum_{j=1}^m KUV_{ij} \quad (4)$$

kde PV_i je indikátor pre pôdu/vodu

KUV_{ij} je indikátor pre j-tu kategóriu užívateľa vody, m počet kategórií užívateľov vody

Váha charakteristických parametrov

Hodnotiacim parametrom pre každú oblasť stupňa rizika bola na základe prediskutovania skupinou odborníkov v oblasti odpadového hospodárstva priradená váha. Na základe ich relatívnej dôležitosti sa im priradila váha od 0 do 10. Váha 0 bola priradená parametru, ktorý nebol veľmi dôležitý, pričom váha 10 bola priradená parametru s najväčšou dôležitosťou.

Následne na základe váhy parametrov boli parametre rozdelené do skupín a potom každému stupňu bola pridelená hodnota od 0 – 1000, pričom najhoršia hodnota stupňa predstavovala ohodnotenie 1000 a najlepšia ohodnotenie 0. Napríklad pre stupeň rizika zdroja – RZ sa stanovili nasledovné hodnoty pre indikátor množstva odpadu, indikátor zloženia odpadu a indikátor infiltrovaných zrážok.

Indikátor množstva odpadu O_{mi}

je relatívna miera množstva na skládku ukladaného odpadu v porovnaní s množstvami odpadu ukladaných na iných skládkach, pričom jeho hodnota je v rozmedzí od 0 do 1000.

Vyššia hodnota tohto indikátora predstavuje väčšie množstvo kontaminantov, ktoré môže prenikať z telesa skládky do okolitého priestoru a prípadne ho znečisťovať. Indikátor množstva odpa-

du kolíše v závislosti od druhu odpadu, který je na skládku ukládaný, od vztahu mezi vlastnostmi a množstvím odpadu (nejmenší podílu produkce má nebezpečný odpad, potom komunální odpad a nakonec inertní odpad) a délky převážky skládky.

$$O_{mi} = O_{m \max} = 1000 \quad (5)$$

$$O_{mi} = O_{m \min} = 0 \quad (6)$$

kde $O_{m \max}$ je množství odpadu, ukládané na skládku, na kterou sa ukládá největší množství odpadu v rámci hodnotených skládek (v tonách)

$O_{m \min}$ je množství odpadu, ukládané na skládku, na kterou sa ukládá nejmenší množství odpadu v rámci hodnotených skládek (v tonách)

Indikátor zloženia odpadu O_{zi}

Odpad v rámci hodnotenia je zatriedený do 3 kategórií odpadu s nasledovnou charakteristikou:

- nebezpečný odpad je odpad, ktorý má minimálne jednu z vlastností nebezpečných odpadov – toxicita, ekotoxicita, infekčnosť, horľavosť, výbušnosť, leptavosť a pod.;
- komunální odpad - obsahujúci väčšinový podiel biologicky rozložiteľných odpadov (cca 70 %), inertné a iné nie nebezpečné odpady (cca 25 %) problémové látky (cca 5 %);
- stavebný odpad – stavebný odpad a odpad z demolácii.

Indikátor zloženia odpadu predstavuje relatívny potenciál nebezpečnosti odpadu, vyššia hodnota tohto indikátora je priradené pre odpad s vyšším potenciálom nebezpečnosti odpadu, pričom si treba uvedomiť, že skládka odpadov pre nebezpečný odpad je navrhovaná s náročnejšími technickými požiadavkami na opatrenia minimalizujúce negatívny vplyv na zdravie ľudí a životné prostredie.

Na základe zatriedenia odpadu do vyššie uvedených kategórií boli priradené jednotlivým kategóriám odpadu hodnoty 5 000, 1 000 a 200. Podľa tohto priradenia podiel potenciálneho rizika indikátora zloženia odpadu je vyjadrený pomerom 25 : 5 : 1, pričom relatívny potenciál odpadu môžeme určiť podľa vzťahu

$$O_{zpot} = 25NO + 5BRO + SO \quad (7)$$

kde O_{zpot} je relatívny potenciál odpadu

NO je podiel nebezpečných odpadov v %

BRO je podiel biologicky rozložiteľného odpadu v %

SO je podiel stavebného odpadu

pričom podiel $NO + BRO + SO$ je menší alebo rovný ako 100.

Ak uvažujeme, že relatívny potenciál je 100 % a biologicky rozložiteľný odpad predstavuje 100 % potom na základe predchádzajúcej rovnice je možné vyjadriť indikátor zloženia odpadu vzhľadom

$$O_{zi} = \frac{25NO + 5BRO + SO}{5} \quad (8)$$

Rozsah indikátora zloženia odpadu bude kolísať v rozsahu 20 (ak SO je 100 %) až 500 (ak NO je 100 %).

Indikátor infiltrovaných zrážím Z_{ii}

je relatívna miera hodnoty ročných zrážok, ktoré infiltrujú do vrstiev odpadu a určuje sa na základe vzťahu

$$Z_{ii} = Z_p \cdot I_p \quad (9)$$

kde Z_p je hodnota zrážok
 I_p je hodnota infiltrácie

Pri vyššom ročnom úhrne zrážok bude vstupovať do skládky odpadov väčšie množstvo zrážok, čo predstavuje väčšie potenciálne riziko pre vznik skládkovej priesakovej kvapaliny. Obdobne ako pri indikátore množstva odpadu bude hodnotám vyšších priemerných zrážok priradená vyššia hodnota parametra Z_p a naopak hodnotám nižších priemerných zrážok hodnota parametra nižšia Z_p ($Z_{p \max} = 1000$, $Z_{p \min} = 0$).

Hodnota infiltrácie I_p predstavuje relatívnu mieru zrážok, ktoré infiltrujú do telesa skládky cez vrstvy uzavretia, ktorého realizácia môže byť rôzneho charakteru v závislosti od sklonu, vegetačného krytu, drenážneho systému, tesniaceho systému – minerálneho tesnenia resp. geomembrány. Rozsah hodnôt a relatívna váha zložiek uzavretia je zosumarizovaná v *tab. 1*.

Tab. 1 Najlepšie hodnoty – max, najhoršie hodnoty – min a relatívnej váhy dôležitosti komponentov uzavretia skládky

Parameter	Najlepšia hodnota – max	Najhoršia hodnota – min	Váha dôležitosti
Sklon [%]	$\geq 5,0$	0	0,10
Hrúbka pôdy – vegetačného krytu [m]	$\geq 0,6$	0	0,15
Hrúbka drenážneho systému [m]	$\geq 0,3$	0	0,15
Hrúbka minerálneho tesnenia [m]	$\geq 0,6$	0	0,30
Hrúbka fólie HDPE [mm]	$\geq 1,5$	0	0,30

Ak berieme do úvahy najlepšiu hodnotu komponentov je infiltrácia zrážok minimálna, ak sú všetky komponenty s najhoršou hodnotou, infiltrácia je maximálna. Pri predpoklade, že pri najpriaznivejšom scenári sa uvažuje, že pri najlepších hodnotách komponentov je infiltrácia 20 % (nie sú zaručené dlhodobé podmienky vzhľadom na priepustnosť uzavretia skládky počas

prevádzky a následného monitoringu skládky) a pri najhoršom scenári je infiltrácia 100 %, podiel infiltrácie môžeme vyjadriť vzt'ahom

$$I_P = 0,2 + 0,8 \left[v_s \left(\frac{s_{\max} - s}{s_{\max} - s_{\min}} \right) + v_p \left(\frac{p_{\max} - p}{p_{\max} - p_{\min}} \right) + v_d \left(\frac{d_{\max} - d}{d_{\max} - d_{\min}} \right) + v_H \left(\frac{H_{\max} - H}{H_{\max} - H_{\min}} \right) + v_g \left(\frac{g_{\max} - g}{g_{\max} - g_{\min}} \right) \right] \quad (10)$$

kde sú váhy dôležitosti

v_s – sklonu uzavretia	s – sklon
v_p – hrúbky pôdy	p – hrúbka pôdy
v_d – hrúbky drenážneho systému	d – hrúbka drenážneho systému
v_H – hrúbky ílového tesnenia	i – hrúbka ílového tesnenia
v_g – hrúbky HDPE fólie	g – hrúbka HDPE fólie

Indexy min, max predstavujú najlepšiu a najhoršiu hodnotu daného komponentu

Ak hodnoty s , p , d , i a g sú väčšie ako ich najlepšie hodnoty, do vzt'ahu sa zadáva najlepšia hodnota. Takže ak berieme do úvahy najlepšiu hodnotu komponentov je podiel infiltrácie zrážok 0,2, ak sú všetky komponenty s najhoršou hodnotou podiel infiltrácie zrážok je rovná 1.

Záver

Skládky komunálneho odpadu predstavujú veľké a dlhodobé potenciálne riziko pre zdravie ľudí a životné prostredie. Mnohé literárne pramene opisujú metodiky hodnotenia a zrealizované štúdie hodnotenia environmentálneho rizika skládok komunálnych odpadov, pričom prevládajú údaje o vplyve skládky pri prevádzke resp. po skončení prevádzky za bežných okolností. Opis negatívnych vplyvov povodní na skládky komunálnych odpadov sa v súčasnosti javí ako nedostatočný, napriek tomu, že niektoré štáty Európskej únie systém hodnotenia rizika zaplavenia skládok majú už rozpracovaný.

Metodiky stanovenia hodnôt pre určenie potenciálneho rizika hodnotenia skládok, uvedené v tomto článku, je vhodné aplikovať aj na naše pomery, za využitia prístrojov získaných s podporou OP Výskum a vývoj pre projekt Centrum excelentnosti integrovanej protipovodňovej ochrany územia, ITMS 26240120004, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Článek vznikol na základe podpory projektu VEGA 1/1079/12 riešeného na Katedre zdravotného a environmentálneho inžinierstva Stavebnej fakulty STU v Bratislave.

Literatúra

- [1] BUWAL, *RisikoanalysebeigravitativenNaturgefahren – Methode*. Umwelt-Materialien Nr. 107/I, Naturgefahren: Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, 1999.
- [2] LANER, D., KELLNER, J., BANNER, P. H., *Flooding of municipal solid waste landfills - An environmental hazard?* Science of the Total Environment 407. 3674 – 3680, 2009.
- [3] MERZ, R., BLÖSCHL, G., HUMER, G., HOFER, M., HOCHHOLD, A., WÜHRER, W. *Hochwasser risiko flächen Österreich (HORA) – Hydrologische Arbeiten* (Technical Report). Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie, TU Wien, Wien 2006.
- [4] SINGH, R. K., DATTA, M., NEMÁ, A. K. A new system for groundwater contamination hazard rating of landfills. Journal of Environmental Management 91344 – 357, 2009.
- [5] ŠKULTÉTYOVÁ, I., STANKO, Š., KRIŠ, J., BOŽÍKOVÁ, J., RUNÁK Rizikokontaminácie zoskladok odpadov. In: *Acta hydrologica Slovaca*, roč. 12, 2011, ISSN 1335-6291. s. 96 – 104.
- [6] YOUNG, S., BALLUZ, L., MALILAY, J. Natural and technologic hazardous material releases during and after natural disasters: a review. Sci Total Environ 2004; 322: 3 – 20.

PREVÁDZKA KANALIZAČNEJ SIETE A OPATRENIA NA REDUKCIU NEGATÍVNEHO VPLYVU KANALIZÁCIE V ČASE POVODNE

Štefan Stanko²³

Abstrakt

Fenomén povodne sa všeobecne považuje za prírodný vplyv, ktorý ohrozuje zdravie a majetok obyvateľov v postihnutých oblastiach. Sekundárny vplyv povodne je možné vnímať aj v súvislosti s kanalizačným systémom a jeho prevádzkou počas povodne a po nej. Druhotným negatívnym vplyvom, s vplyvom podobným povodni je zaplavenie suterénnych priestorov v dôsledku poruchy kanalizácie, jej nesprávneho návrhu alebo nesprávneho zaústenia kanalizačných prípojek. Kanalizácia ako inžinierska stavba je potenciálnym zdrojom hygienického znečistenia v čase povodne v súvislosti s vyplavovaním splaškov na povrch urbanizovaného územia a zaplavovaním suterénnych priestorov. Keďže v minulosti opatrenia na redukciiu ohrozenia územia v dôsledku znečistenia kanalizácie neboli prioritné, je dôležité aby sa s týmto faktom počítalo už vo fáze navrhovania a vo fáze prevádzky jestvujúcej stokovej siete. Príspevok sa zaoberá vyššie uvedenými skutočnosťami už vo fáze návrhu kanalizácie a predkladá software navrhnutý autom, ktorý rieši elimináciu povodňového vplyvu kanalizácie už v čase návrhu.

Kľúčové slová

Kanalizácia, zaplavenie, splašky

Úvod

Povodne sú známe ako ľudstvo samo. Považujeme ich za živél, ktorý má devastačné účinky na krajinu. Skutočnosť je však taká, že primárny devastačný vplyv sa neskôr považuje za silu, ktorá prirodzene pretvorila krajinu. Keďže ľudstvo od pradávna zakladalo svoje obydlia na okrajoch riek, jazier a morí, kolísanie hladín malo vplyv aj na ich komfort bývania. Bez znalostí o režime riek a odtokových pomerov bolo len veľmi ťažko zistiť, či zvolené miesto na výstavbu obydlia bude bezpečné. Sami sa o tom presviedčame dnes, skoro denne, keď relatívne bezpečné miesta

²³ doc. Ing. Štefan Stanko, PhD., Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, Email: stefan.stanko@stuba.sk

sú postihované zaplavovaním, povodňami. Povodne atakujú Európu čoraz častejšie. Za posledných 15 rokov sa počet živelných katastrof v Európe zvýšil a ich počet rastie. Situácia sa zhoršuje a vymyká sa kontrole. Počasie môže byť také aké tu nebolo, aké si nepamätáme. Príroda sa môže chovať nepredvídateľným spôsobom.

I napriek vyspelým technikám a postupom pri navrhovaní stavieb dodnes nevieme všeobecne zvládnuť vplyv povodne hlavne v urbanizovanom území, kde nám škody spôsobené záplavou neustále narastajú a len málo sme schopní sa poučiť z evidentných následkov. Odpoveďou sú opakujúce sa povodne v tých istých územiach, s negatívnym účinkom na majetku a zdraví obyvateľov a odpoveďou kompetentných úradníkov, že nie sú peniaze na protipovodňové opatrenia.

Rok 2010 bol rokom, ktorý bol z hľadiska dlhodobých meraní na Slovensku považovaný za rok s množstvom zrážok vyskytujúcich sa raz za 50 rokov.

Z meraní SHMÚ za obdobie 80 rokov (Majerčáková, 2011) vyplýva, že stav zrážok a ročné odtečené množstvá v SR mali vyrovnaný trend, až na rok 2010, keď stav zrážok dosiahol 165 % normálu a odtok 175 % dlhodobého priemeru, čo malo za následok aj vznik povodní, ktoré postihli SR. Rok 2013 bude zrejme v dôsledku nadmerných snehových a dažďových zrážok tiež významný. Pôda je v mesiaci marec vodou nasýtená, čo pri nadmerných zrážkach a topiacom sa snehu spôsobuje zaplavovanie nechránených území Slovenska.

Kanalizácia, výstavba stôk a prevádzka stokovej siete

I keď sa zo všeobecného hľadiska môže zdať, že kanalizácia je pri povodni tzv. zaplavená, nefunkčná – nie je tomu celkom tak. Vplyv kanalizácie je počas povodne a hlavne po nej veľmi negatívny, keďže na povrch sú vyplavované fekálie, ktoré hlavne v letných teplých obdobiach môžu mať za následok nielen znepríjemnenie životného prostredia zápachom, ale v súvislosti s rýchlym rozmnožovaním sa baktérií môžu reálne ohroziť verejné zdravie obyvateľov.

Pri povodniach sú postihnuté ako prvé suterénne priestory. Kanalizačný systém tieto priestory atakuje spätným vzduťm cez kanalizačnú prípojku, ak nie je vybavená spätnou klapkou. Ani spätná klapka ale nie je zárukou, že sa odpadová voda do suterénu nedostane. Odpadová voda nie je homogénna kvapalina, ale obsahuje aj tuhé časti, ktoré môžu spätnú klapku zablokovať a tým opäť zaplaviť nižšie položené priestory.

Pri krátko trvajúcich privalových povodniach z malých tokov môže kapacita kanalizácie stačiť len na odvádzanie časti vystúpenej vody. Pri preťažení kanalizácie sa môže voda na niektorých miestach dostávať z kanalizácie na povrch. Cez kanalizáciu sa vystúpená/vyliata voda môže dostať aj na miesta, kam sa prúdením po povrchu nedostane. Zaplavenie suterénnych priestorov je neskôr predmetom povodňových škôd, kedy nie vždy je jednoznačné, či bola škoda spôsobená povodňou, alebo nesprávnou inštaláciou, resp. návrhom kanalizácie, kanalizačnej prípojky. Pre výstavbu stôk a ich prevádzku sa v súčasnosti používa hlavne prevzatá norma STN EN 752 Stokové siete a systémy kanalizačných potrubí mimo budov, ktorá odporúča postupy pri návrhu a prevádzke stokových sietí.

Povodňové škody a ich hodnotenie

Povodňovými škodami sa zaoberal Zákon č. 666/2004 Z. z. “O ochrane pred povodňami”, v ktorom však nebol explicitne definovaný pojem „povodňová škoda“. Definíciu pojmu obsahovala iba vyhláška č. 387/2005 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o vyhodnocovaní a uhrádzaní povodňových zabezpečovacích prác, povodňových záchranných prác, škôd spôsobených povodňami a nákladov na činnosť orgánov štátnej správy ochrany pred povodňami. Skutočnosť, že obsah pojmu „povodňová škoda“ objasňoval predpis nižšej právnej sily nemala žiadny vplyv na vyhodnocovanie a prípadnú kompenzáciu povodňových škôd. Uvedený legislatívno-technický nedostatok odstránil až zákon č. 7/2010 Z. z., ktorý v § 2 ods.6 ustanovuje, že povodňová škoda je škoda, ktorú spôsobila povodeň (Bačík, M., 2010):

- a) štátu, vyššiemu územnému celku, obci, právnickej osobe, fyzickej osobe – podnikateľovi a fyzickej osobe;
 - o na majetku v ich vlastníctve, správe alebo užívaní počas III. stupňa povodňovej aktivity;
 - o na stavbe na chránenom území počas II. stupňa povodňovej aktivity v prípadoch, ak škodu zapríčinilo zaplavenie chráneného územia v dôsledku vystúpenia hladiny podzemnej vody nad povrch terénu spôsobené dlhotrvajúcim vysokým vodným stavom vo vodnom toku;
- b) SVP, š. p., správcovi drobného vodného toku a inému vlastníkovi, správcovi alebo užívateľovi vodnej stavby, ktorá sa nachádza na vodnom toku alebo na povodňou zaplavenom území počas II. stupňa povodňovej aktivity a III. stupňa povodňovej aktivity;
- c) SVP, š. p. a správcovi drobného vodného toku;
 - o na neupravenom vodnom toku počas II. a III. stupňa povodňovej aktivity;
 - o na vodnej stavbe alebo na neupravenom vodnom toku, ak povodňovú škodu spôsobilo náhle vyliatie vody z koryta vodného toku alebo náhly návrat vyliatej vody naspäť do koryta v čase, keď nebol vyhlásený II. alebo III. stupeň povodňovej aktivity; takéto prípady sa občas vyskytujú v odľahlých oblastiach a o tom, či škodu skutočne spôsobila povodeň, rozhoduje na žiadosť príslušného správcu vodného toku OÚŽP alebo KÚŽP.

Uplatnenie škody na stavbe je možné len vtedy, ak má stavba v čase výskytu povodne právoplatné kolaudačné rozhodnutie, stavebné povolenie alebo bola ohlásená stavebnému úradu podľa zákona č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon). Medzi povodňové škody nemožno zaradiť škody na nepovolených stavbách.



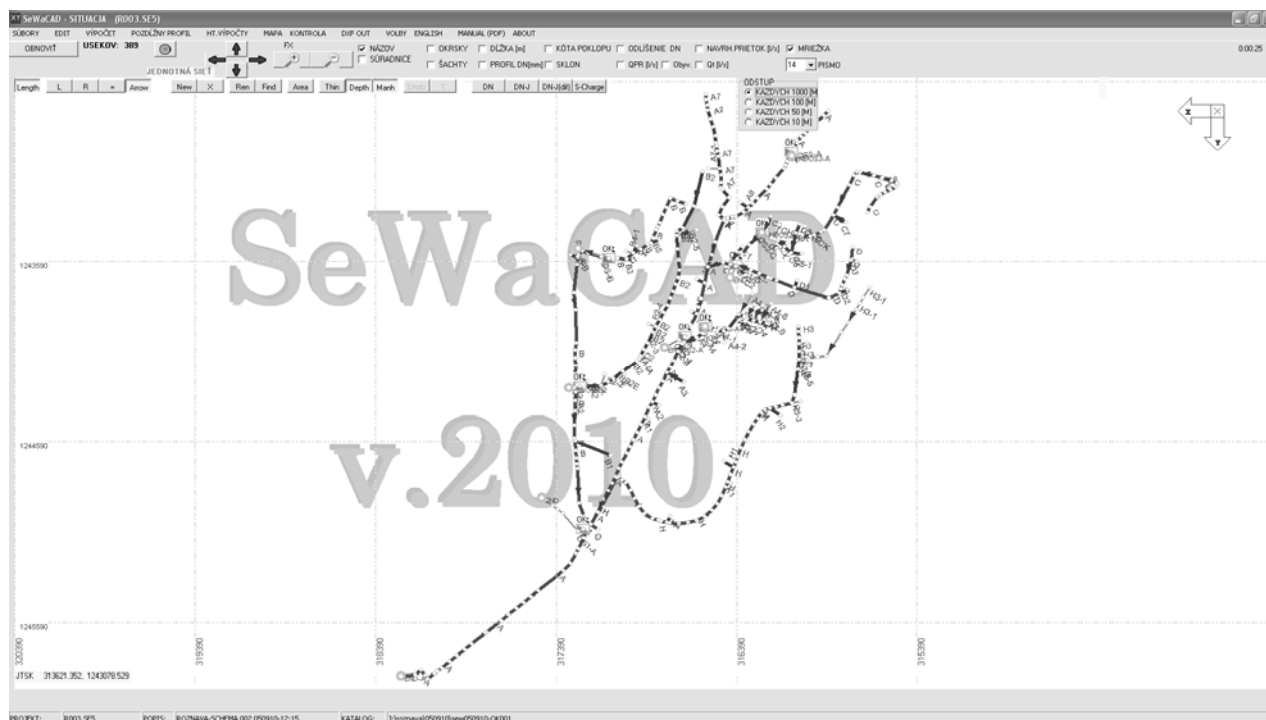
Obr. 1 Kolaps kanalizačního systému Chorvátском Grobe v důsledku topení sa snehu, působené nesprávným návrhom kanalizácie a nedostatočnou kapacitou čerpadel

Návrh kanalizácie

Má po dlhoročných skúsenostiach zásadný vplyv na jej bezpečnú prevádzku. Kým výpočtové postupy v minulosti neumožňovali rýchle alternatívne navrhovanie kanalizácie, dnes je tento prístup skutočnosťou. To čo nás ale obmedzuje sú dostupné finančné možnosti a v súčasnosti aj zákon o verejnom obstarávaní č. 25/2006 Z. z. priebežne novelizovaný, s avizovanou veľkou novelizáciou od 1. 7. 2013, ktorý ako hlavný argument výberu dodávateľa berie do úvahy cenu. V konečnom dôsledku sa tento fakt prejaví na znížení kvality výsledného diela. V praxi to znamená, že výstavba kanalizačných potrubí je vykonávaná z najnekvalitnejších rúr, resp. najmenej odolných rúr, hlavne korugovaných. To má za následok nekvalitu už pri výstavbe, nehovoriac už o prevádzke takto zhotoveného diela. Ak by sme chceli mať kanalizáciu postavenú z kvalitných materiálov, vhodné sú drahšie napr. kamenina, sklolaminát a pod.

Odhliadnuc od materiálu použitého na výstavbu, dôležitú úlohu zohráva aj hydrotechnický návrh, ktorým vieme koncepčne zadefinovať optimálnu výškovú a smerovú trasu kanalizácie. Na Slovensku využívame pre návrh v súčasnosti systém SeWaCAD, vyvinutý na Katedre zdravotného a environmentálneho inžinierstva, ktorý čerpá z dlhoročných skúseností pri návrhu kanali-

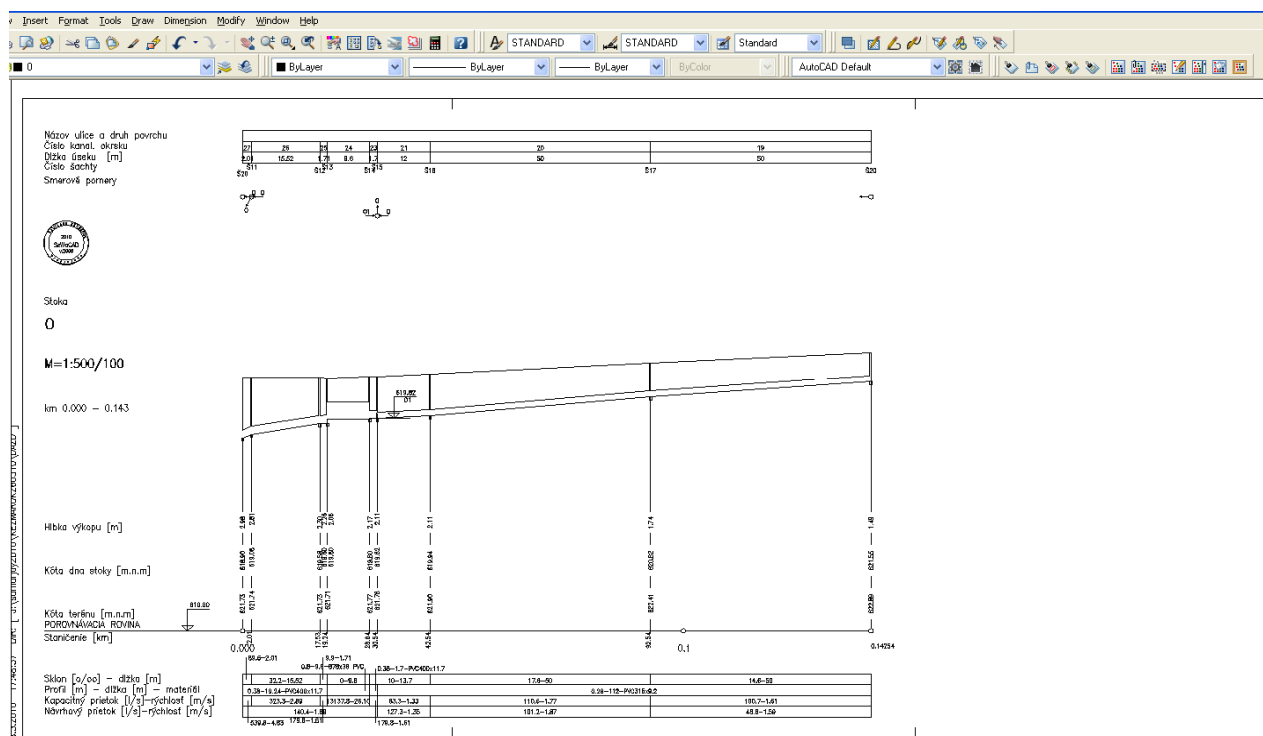
zácií a ktorého cieľom je ponúknuť projektantovi nástroj, ktorý uľahčuje prácu projektantovi a poskytuje mu možnosť bezpečného návrhu kanalizácie vo viacerých alternatívach v relatívne krátkom čase.



Obr. 2 Hlavná obrazovka návrhového systému SeWaCAD

Systém je navrhnutý tak, aby ním bolo možné kanalizáciu navrhnuť a posúdiť jestvujúce kanalizácie. Princíp výpočtu je postavený na racionálnej metóde modifikovanej podľa Bartoška. Systém je využiteľný pre návrh a posúdenia jednotnej, delenej a splaškovej kanalizácie.

Výhoda systému spočíva v alternatívnom rýchlom návrhu kanalizačných zberačov verejnej kanalizácie pri zachovaní podmienok návrhu. Zmenou trasy a využitím systému vypočítavať a optimalizovať sklony potrubí je možné dosiahnuť efektívny a bezpečný návrh stokovej siete. Systém sa od roku 2005 využíva v projekčnej praxi viacero projektových organizácií, kde sa pomocou neho navrhlo desiatky kanalizačných systémov. Keďže systém má schopnosť kontroly návrhu, riziko nesprávneho návrhu v dôsledku ľudského faktora sa minimalizuje. Systém je navrhnutý tak, aby bol využiteľný aj pri univerzitnej výučbe, čo študentom dáva predpoklady úspešného zaradenia sa v projektových organizáciách ako aj vedomosť, akým spôsobom je možné navrhovať a posudzovať stokovú sieť a využitie týchto znalostí v prevádzkových firmách – vodárne a kanalizácie.



Obr. 3 Ukážka výsledku návrhového systému SeWaCAD – pozdĺžny profil kanalizačného zberača odvádzajúceho zrážkovú vodu zo zberného parkoviska, ktorý obsahuje odlučovač ropných látok

Kanalizačná prípojka

Je nevyhnutnou súčasťou projektovej dokumentácie. Kanalizačnú (domovú) prípojku tvorí potrubie, odvodňujúce nehnuteľnosť od jej hranice až po zaústenie do verejnej stoky. Najmenšia svetlosť (DN) potrubia prípojky je 150 mm. Pre pripojenie kanalizačnej prípojky nastokovú sieť platia STN EN 752, STN EN 1091 a STN EN 1671. Podľa tejto normy sa navrhujú tieúšky vnútornej kanalizácie, v ktorých sa používa potrubie s väčšou svetlosťou ako 200 mm. Prisvetlosti väčšej ako 200 mm je potrebné k návrhu doložiť hydrotechnický výpočet. Kanalizačná prípojka má byť čo najkratšia a v jednom sklone. Najmenší dovolený sklon prípojky svetlosti 200 mm je 1 ‰ a 150 mm 2 ‰. Kanalizačná prípojka sa napojí do vopred realizovanej stokovej vložky (odbočky) alebo vysekaním otvoru do stoky resp. nalepením odbočky. Kanalizačná prípojka musí byť uložená v takej vzdialenosti od základov budovy, aby nebola ohrozená jej stabilita. Hlavná čistiaca alebo hlavná vstupná šachta sa zriaďuje pred alebo za vyústením zvodného potrubia z objektu a umožňuje kontrolu a čistenie potrubia. Čistiaca šachta nesmie byť umiestnená v garážalebo v priestore pre státie motorových vozidiel vnútri budovy. Čistiaca šachta musí mať najmenšie svetlé pôdorysné rozmery:

- obdélníkový 0,6 m x 0,9 m při hloubce dna potrubia pod podlahou do 0,75 m,
- obdélníkový 0,8 m x 1,0 m při hloubce dna potrubia pod podlahou větší než 0,75 m,
- kruhový s průměrem 1 m.

Dno čističské šachty se upraví se sklonem k otvoru čističské tvarovky. Vstup do čističské šachty-hlbokejší nejvíce 1,9 m musí mít rozměry 0,6 m x 0,9 m. Při větší hloubce se použijí štvorcové nebo kruhové poklopy s minimální světlostí 600 mm. Tam, kde je předpokládán pohyb dopravních prostředků, musí být použit poklop, který odpovídá provozním podmínkám. Nejmenší světlost nad poklopem musí být 1,6 m. V šachtě nesmí být instalované žádné iné potrubí nebo zařízení (např. uzavěr vody).

Záver

Voda ako neodmysliteľná súčasť života na Zemi nám prináša hlavne život, ale krátkodobu nám vie ukázať aj svoju negatívnu tvár, svoju silu a vtedy berie všetko čo voľakedy sama priniesla, alebo čo bolo stvorené človekom. Voda je obrovským energetickým potenciálom na Zemi a jej poznanie a pochopenie nás môže viesť k tomu, aby nám viac slúžila, ako nám brala. Voda je látka, bez ktorej by mestá nemohli existovať. Je na nezávislý život vo veľkých mestách. Mestá môžu ale vodu aj znečistiť, vedieť urýchliť a koncentrovať jej odtok do neprimerane malých koryt, hlavne počas dažďa. V zmysle dobrej vôle uchrániť mestské povodie pred jej zvýšenou prítomnosťou, ničiť nižšie položené územia jej nadmerným množstvom odtečeným z vyššie položených častí.

Historicky sme boli svedkami, že voda priniesla do miest hygienu, kanalizácia ochránila ľudí v mestách pred epidémiami. Dnes sme čoraz častejšie svedkami toho, že práve voda sa stáva živlom, s ktorým musíme zvládnuť a stáva sa spoločenskou traumou v postihnutých územiach v dôsledku čoraz jej častejších atakov. Je najvyššie potrebné sa s týmto faktom zaoberať komplexne a prijať rozhodnutia, ktoré ochránia nielen súčasný stav urbanizovaných území ale vytvoria optimálne podmienky pre budúci rozvoj.

PodĎakovanie

Článok vznikol na základe podpory projektu VEGA 1/1079/12 riešeného na Katedre zdravotného a environmentálneho inžinierstva Stavebnej fakulty STU v Bratislave.

Literatúra

- [1] BAČÍK, M., HALMO, N., LICHNEROVÁ, O., VERČÍKOVÁ, S. Nová právna úprava ochrany pred povodňami, *Vodohospodársky spravodajca* 3 – 4/2010, s. 8 – 12.
- [2] MAJERČÁKOVÁ, O., ŠKODA, P., POÓROVÁ, J., DANÁČOVÁ, Z., FAŠKO, P. Voda pre našu krajinu, *Vodohospodársky spravodajca* 3 – 4/2011, s. 12 – 14.
- [3] [HTTP://portal.gov.sk/Portal/sk/](http://portal.gov.sk/Portal/sk/).

PROTIPOVODŇOVÁ OCHRANA HLAVNÉHO MESTA SLOVENSKEJ REPUBLIKY, BRATISLAVY

Miloslav Frankovský²⁴, Peter Pokrivčák²⁵

Abstrakt

V priebehu rokov 2007 až 2010 boli realizované práce na návrhu Protipovodňovej ochrany Bratislavy. Návrh zahŕňal 8 stavieb s celkovou dĺžkou ochrannej línie cca 15 km. Súčasťou prác bola rekonštrukcia existujúcich a výstavba nových protipovodňových konštrukcií: hrádzi, múrikov a mobilných prvkov na oboch brehoch rieky Dunaj ako aj na ľavom brehu rieky Morava. Súčasťou návrhu je aj ochrana ľavostrannej hrádze odpadového kanálu vodného diela Gabčíkovo, ktorá chráni pred zaplavením veľkú časť Žitného ostrova. Časť konštrukcií na rieke Dunaj bola navrhnutá na povodňový prietok s tisícročnou periodicitou $Q_{1000} = 13\,500 \text{ m}^3/\text{s}$, menšia časť na prietok so storočnou periodicitou. Úspešnej realizácii Projektu protipovodňovej ochrany napomohlo rozhodnutie Európskej komisie o poskytnutí pomoci z Kohézneho fondu na Projekt z roku 2005.

Úvod

Hlavné mesto Slovenskej republiky Bratislava má v súčasnosti okolo 500 tisíc obyvateľov a leží na oboch brehoch rieky Dunaj. Mesto svojimi okrajovými časťami siaha až po prítok rieky Morava do Dunaja pri hrade Devín. Bratislava a jej okolie bolo v minulom tisícročí mnohokrát vystavené povodňovým situáciám. Za posledných 500 rokov bolo na Dunaji v historických prameňoch zaznamenaných asi 100 ničivých povodní, čo štatisticky to znamená, že sa vyskytla 1 povodeň raz za 5 rokov. Povodeň v roku 1954 sa považovala z pohľadu výšky vodnej hladiny za najväčšiu za ostatných 120 rokov, pričom maximálny prietok bol vtedy zaznamenaný $10\,400 \text{ m}^3/\text{s}$. Povodeň v roku 1965 s výškou hladiny vody 915 cm a prietokom $9\,224 \text{ m}^3/\text{s}$ spôsobila pretrhnutie ľavostrannej ochrannej hrádze Dunaja pri obciach Čičov a Patince. Na územie sa dostalo asi 1,1 mld. m^3 vody, čoho výsledkom bolo zaplavenie viac ako 100 000 ha obrábanej pôdy, zničenie viac ako 4 000 budov, poškodenie ďalších 6 200 budov a zamorenie všetkých vodných zdrojov v oblasti Žitného ostrova. Viac ako 50 000 obyvateľov a 100 000 kusov dobytku muselo byť evakuovaných. Škody boli vyčíslené na približne 18 miliárd Kčs (vo vtedajších cenách).

²⁴ Ing. Miloslav Frankovský, Terraprojekt a. s., Podunajská 24, 821 06 Bratislava, e-mail: frankovsky@terraprojekt.sk

²⁵ Ing. Peter Pokrivčák, Terraprojekt a. s., Podunajská 24, 821 06 Bratislava, e-mail: pokrivcak@terraprojekt.sk

Územie Bratislavy a priľahlých mestských častí nemalo až do doby realizácie Projektu protipovodňovej ochrany zabezpečenú dostatočnú systémovú brehovú ochranu pred povodňou. Stav ochrany bol v niektorých úsekoch na úrovni hladiny zodpovedajúcej prietoku od cca Q_{20} – Q_{50} až po prietok Q_{100} . Systematicky sa ku budovaniu ochrany oboch brehov Dunaja pristúpilo až v rámci výstavby objektov Sústavy vodných diel Gabčíkovo-Nagymaros, keď bola doriešená ochrana oboch brehov Dunaja na dolnom okraji mesta. Úpravy brehov sa zrealizovali na pravej strane až po Starý most a na ľavej strane po Zimný prístav. Hrádze boli vybudované na ochranu pre hladinu $Q_{100} = 10\,600\text{ m}^3/\text{s}$ s prevýšením +1,5 m podľa Nariadenia vlády ČSSR z roku 1996.

Príprava koncepcie protipovodňovej ochrany Bratislavy začala po povodniach na Dunaji v roku 1991 a najmä na rieke Morave v roku 1997. Povodne v roku 2002, kedy bolo na vodočte v Bratislave nameraných 991 cm proces prípravy významne urýchlili. Projekčné práce začali v roku 2004 prípravou zámeru posúdenia vplyvov na životné prostredie, štúdie realizovateľnosti, analýzy nákladov a úžitkov a dokumentácie na územné rozhodnutie. Následne bola spracovaná žiadosť o poskytnutie pomoci z Kohézneho fondu. Európska komisia rozhodla o poskytnutí pomoci na projekt „Bratislava protipovodňová ochrana“ rozhodnutím z decembra 2005. Miera pomoci ES poskytnutej na projekt predstavovala 85 %. Štátny rozpočet sa podieľal na spolufinancovaní 10 % a Slovenský vodohodpodársky podnik, š. p. 5%.

Realizácia projektu

V priebehu roku 2006 boli vydané územné rozhodnutia na všetky stavby tvoriace Projekt a následne mohlo prebehnúť verejné obstarávanie na zhotoviteľa stavby a stavebný dozor. Víťazom súťaže na zabezpečenie návrhu a realizácie stavby sa stal Váhostav – SK a. s., ktorý v januári 2007 podpísal zmluvu o dielo so Slovenským vodohospodárskym podnikom, š. p. Ako zmluvné podmienky boli použité podmienky tzv. žltej knihy Medzinárodnej federácie konzultačných inžinierov FIDIC, čo v tom čase predstavovalo nie veľmi obvyklé riešenie. Zmluvnou povinnosťou zhotoviteľa stavby a jeho projektanta Terraprojektu a. s. bolo aj spracovanie dokumentácie na stavebné povolenie, inžinierska činnosť pre vydanie stavebných povolení a spracovanie dokumentácie na realizáciu stavby.

Projekt je umiestnený v juhozápadnej časti Slovenska na hranici s Českou republikou, Rakúskom a Maďarskom. Projektové územie zahŕňa hlavné mesto Bratislavu s jej mestskými časťami Devínom a Devínskou Novou Vsou a územie medzi obcami Gabčíkovo a Sap na Žitnom ostrove. Projekt rieši medzery a nedostatočne chránené úseky Dunajského protipovodňového systému na Slovenskom území, ktorý bol vybudovaný na ochranu Bratislavy a rozsiahleho územia západoslovenského regiónu s výnimkou Štúrova. Vysoké prietoky rieky Dunaj počas povodní, morfológia terénu a porušenie protipovodňového systému môžu mať katastrofálne následky ako je zaplavenie 383 km^2 zastavaného mestského územia a $2\,000\text{ km}^2$ poľnohospodárskej pôdy čo by priamo postihlo 490 000 obyvateľov.

Projekt zahrňoval rekonstrukci existujících a výstavbu nových protipovodňových konstrukcí: hrází, protipovodňových múriků a mobilních prvků na levém a pravém břehu říčky Dunaj, levém břehu říčky Morava a levostranné ochranné hrázi odpadového kanálu VD Gabčíkovo. Úseky nové protipovodňové ochrany nadvazují na sousedící úseky, kterých úroveň ochrany byla vyhodnocena jako dostatečná, resp. byla řešena v rámci jiných investic (např. v úseku projektů Riverpark a Eurovea).

Konstrukce na řece Dunaj jsou navrhovány na povodňový přítok zodpovídající $Q_{1000} = 13\,500 \text{ m}^3/\text{s}$ okrem konstrukcí v Karlově Vsi a Devíně, které jsou navrhovány na přítok zodpovídající $Q_{100} = 11\,000 \text{ m}^3/\text{s}$. Ochranné linie na řece Morava zaměřené na ochranu před spátným vzdušným vodami Dunaje jsou dimenzovány na kombinovaný přítok Dunaje $Q_{100} = 11\,000 \text{ m}^3/\text{s}$ a přítok Moravy $Q_{30} = 1\,040 \text{ m}^3/\text{s}$. Bezpečnostní převýšení protipovodňových konstrukcí je 0,5 m.

Hlavní cíle návrhu byly formulovány následovně:

- primeraná ochrana dotknutého obyvatelstva před povodněmi v zájmovém území;
- předcházení vzniku ekonomických škod v zájmovém území, včetně hlavního města Bratislavy a obcí na Žitném ostrově;
- předcházení vzniku environmentálních škod v zájmovém území, včetně ochrany zdrojů pitné vody a zemědělské půdy před kontaminací.

Členění projektu na Aktivitu

Projekt byl rozdělen na části označené jako aktivity, které byly samostatnými stavbami (aktivity 1 – 8), resp. v jednom případě dodávkou zařízení (aktivita 9). Na *obr. 1* je zobrazená poloha aktivit 1, 2, 3 a 7 nacházejících se na území městských částí Staré Město, Ružinov, Petržalka a Králová Ves.

Aktivita 1 Úsek v rkm 1 866,400 ~ 1 869,300 Prístavný most – most Apollo

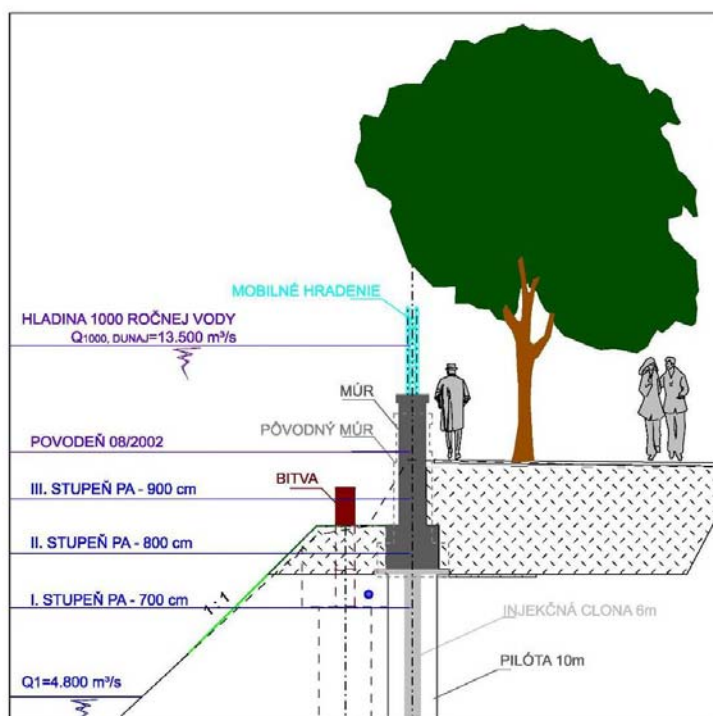
Ochrana je navrhována na povodňový přítok v Dunaji $Q_{1000} = 13\,500 \text{ m}^3/\text{s} + 0,50 \text{ m}$ převýšení. Celková délka ochranné linie je 684 m. Ochranná linie je tvořena protipovodňovým múrikem výšky cca. 1,3 m a ochranou podloží múrika injektážnou clonou. Múrik se napája na ochrannou hráz a na ochranu mostu Apollo.

Aktivita 2 Úsek v rkm 1 868,140 ~ 1 869,100 Starý most – Nový most (ľavý břeh)

Ochrana je navrhována na povodňový přítok v Dunaji $Q_{1000} = 13\,500 \text{ m}^3/\text{s} + 0,50 \text{ m}$ převýšení. Celková délka ochranné linie je 1 016 m. Ochranná linie je navrhována v dvou výškových úrovních. Konstrukci ochrany tvoří nábrežný protipovodňový múrik založený na velkopřeměrových pilotách s tesniacou injekčnou clonou mezi pilotami (*obr. 2*). Múrik je vybavený zabetónovanými prvky na osazení mobilného hradenia výšky 1,6 m. Otvory v múriku (přístupy k pontónom) ako aj úseky okolo osobného prístavu a propeleru budú hradené mobilným hradením už od úrovne chodníka.



Obr. 1 Poloha aktivit 1, 2, 3 a 7 na oboch brehoch rieky Dunaj



Obr. 2 Schématický rez protipovodňovej ochrany v úseku aktivity 2 s vyznačením úrovni hladín rieky Dunaj

Aktivita 3 Úsek v rkm 1 871,346 ~ 1 872,446 Zaústenie Vydrice a Čierneho potoka

Časť úseku 3A – Zaústenie Vydrice do Dunaja

Ochrana je navrhnutá na povodňový prietok v Dunaji $Q_{100} = 11\,000 \text{ m}^3/\text{s} + 0,50 \text{ m}$ prevýšenia. Ochranná línia je tvorená múrikom dĺžky 462 m, pričom v časti dĺžky 163 m bude inštalované aj mobilné hradenie.

Časť úseku 3B – Zaústenie Čierneho potoka do ramena Dunaja

Ochrana pre Uzatvárací objekt je navrhnutá na povodňový prietok v Dunaji $Q_{1000} = 13\,500 \text{ m}^3/\text{s} + 0,50 \text{ m}$ prevýšenia. Na zabránenie spätného nátku vôd do Čierneho potoka počas povodňových stavov na Dunaji je na vyústení Čierneho potoka navrhnutý uzatvárací objekt. Pre objekty Bratislavskej vodárenskej spoločnosti je ochrana navrhnutá na povodňový prietok v Dunaji $Q_{100} = 11\,000 \text{ m}^3/\text{s} + 0,50 \text{ m}$ prevýšenia. Na ochranu objektu čerpacej stanice je navrhnutý múrik dĺžky 124 m s mobilným hradením výšky cca 1,4 m.

Aktivita 4 Úsek v rkm 1 878,640 ~ 1 880,140 Mestská časť Devín – Slovanské nábrežie

Ochrana je navrhnutá na povodňový prietok v Dunaji $Q_{100} = 11\,000 \text{ m}^3/\text{s} + 0,50 \text{ m}$ prevýšenie. Celková dĺžka ochrannej línie je 798 m. Ochranná línia je tvorená konštrukciou protipovodňového múrika výšky cca. 1,3 m v dĺžke 291 m. V pokračovaní múrika je navrhnutá zemná hrádza s výškou 1,3 až 1,8 m, dĺžky 384 m s mobilným hradením výšky 1,4 m. V pokračovaní hrádze až po koniec úseku je navrhnutý protipovodňový múrik dĺžky 124 m na celú výšku ochrany.

Aktivita 5 Úsek Moravy v rkm 0,150 ~ 0,950 Mestská časť Devín

Ochrana je navrhnutá na prietok Q_{30} na Morave pri vplyve vzduťtia povodňového prietoku v Dunaji $Q_{100} = 11\,000 \text{ m}^3/\text{s} + 50 \text{ cm}$ prevýšenie. Celková dĺžka ochrannej línie je 713 m. Ochranná línia začína protipovodňovým múrikom dĺžky 176 m, výšky 1,1 až 1,9 m s možnosťou nadstavenia mobilnej ochrany výšky 2 m. Na múrik bude napojená zemná hrádza dĺžky 508 m s priemernou výškou 3 m, z toho v dĺžke 180 m s možnosťou nasadenia mobilného hradenia výšky 1,4 m.

Aktivita 6 Úsek Moravy v rkm 3,200 ~ 6,000 Mestská časť Devínska Nová Ves

Časť úseku 6A v rkm 3,200 až 3,850 – Slovinec

Ochrana je navrhnutá na povodňový prietok v Morave Q_{30} pri vplyve vzduťtia Dunaja pri prietoku $Q_{100} = 11\,000 \text{ m}^3/\text{s} + 50 \text{ cm}$ prevýšenie. Celková dĺžka ochrany je 463 m. Ochranná línia je navrhnutá ako nízky protipovodňový múrik s mobilným hradením výšky cca 1 m.

Časť úseku 6B v rkm 3,85 až 6,000

Ochrana je navrhnutá na povodňový prietok v Morave Q_{30} pri vplyve vzduťtia Dunaja pri prietoku $Q_{100} = 11\,000 \text{ m}^3/\text{s} + 50 \text{ cm}$ prevýšenie. Celková dĺžka ochrany je 1 427 m. Protipovodňová ochrana je navrhnutá ako zemná hrádza na celú výšku ochrany (výška hrádze 1,5 až 5,1 m). V mieste križovania hrádze s potokom Mláka je vybudovaný uzatvárací objekt s čerpacou stanicou.



Obr. 3 Mobilné hradenie v úseku aktivity 4, chrániace v povodňovej situácii Devín

Aktivita 7 Úsek v rkm 1868,1 – 1869,2 pravý breh Dunaja, úsek Starý most – ochranná hrádza Petržalka-Wolfsthal

Ochrana je navrhnutá na povodňový prietok v Dunaji $Q_{1000} = 13\,000 \text{ m}^3/\text{s}$ bez prevýšenia, s možnosťou provizórneho nadvýšenia s požadovanou bezpečnosťou. Celková dĺžka ochrannej línie je 1 209 m. Ochranná línia je tvorená protipovodňovým nábrežným múrikom prevyšujúcim súčasný terén (korunu Viedenskej cesty) o 1,0 m. Pri divadle Aréna, kde tvorí zároveň aj oporný múr je výška protipovodňového múrika cca 2,5 m. Súčasťou protipovodňovej línie sú aj mobilné protipovodňové zábrany, ktoré budú inštalované v komunikačných prerušeníach múrika v dĺžke cca 270 m.

Aktivita 8 Zvýšenie bezpečnosti ľavostrannej hrádze odpadového kanála VD Gabčíkovo

Aktivita spočívala v realizácii podzemnej tesniacej steny na návodnej päte hrádze a v utesnení návodného svahu hrádze tesniacou fóliou. Celková dĺžka ochrannej línie je 8 063 m. Projekt rieši zvýšenie bezpečnosti ľavostrannej hrádze realizáciou podzemnej tesniacej steny hĺbky 13 až 16 m z návodnej päty hrádze a utesnením návodného svahu hrádze fóliou s napojením na podzemnú tesniacu stenu.

Aktivita 9 Obstaranie meracieho zariadenia vrátane plavidla

Dodávka zariadenia na meranie prietoku, rýchlosti prúdenia, morfológie riečneho koryta a spracovanie údajov vrátane plavidla.

Príklad technického riešenia ochrany – aktivita 2

Pravdepodobne najnáročnejší z úsekov ochrany bol úsek ľavého brehu Dunaja v mieste medzi Starým a Novým mostom. Komplikovanosť pozostávala z prítomnosti veľkého množstva inžinierskych sietí, ktorých preložky alebo ochrany bolo potrebné riešiť a tiež z potreby zachovania prístupov k plávajúcim zariadeniam aj počas realizácie stavebných prác (*obr. 4*). Ďalšou komplikáciou boli špeciálne požiadavky na múrik a jeho založenie v úseku medzi Novým mostom a Osobným prístavom.



Obr. 4 Realizácia prác v úseku aktivity 2 na ľavom brehu rieky Dunaj

Úsek od Starého mosta po budovu Osobného prístavu

Ochranný múrik je vzdialený od Dunaja a terén na návodnej aj vzdušnej strane je približne na jednej úrovni. V tomto úseku bol realizovaný ochranný múrik výšky 1,2 m od terénu, ktorý bude pri veľkých povodiach doplnený mobilným hradením výšky 1,4 m (*obr. 5* vľavo). Otvory v múriku budú zaplnené na celú výšku mobilným hradením. Múrik je založený na pilótach priemeru 960 mm s osovou vzdialenosťou 2,45 m. Nad pilótami je vytvorený železobetónový veniec výšky 0,8 m a nad ním samotný ochranný múrik. Medzi pilótami je tesniaca clona do hĺbky spodnej úrovne pilót realizovaná tryskovou injektážou.

Úsek pozdĺž budovy Osobného prístavu a okolo propeleru

Ochrana pozostáva z pilótového základu na úrovni spevnenej plochy (*obr. 5* vpravo), do ktorého sa bude pri zvýšených stavov Dunaja montovať mobilné hradenie. Budovy Osobného prístavu zostávajú zo súhlasom ich majiteľa v zaplavovanej oblasti.

Úsek od osobného prístavu až po Nový most (okrem úseku okolo propeleru)

Ochranný múr v tomto úseku je na hrane brehu a v budúcnosti by mal byť odkopaný z návodnej strany na hĺbku až 2,5 m od úrovne chodníka. Ochranný múrik vyčnieva nad úroveň chodníka 1,2 m. Pri povodniach bude múrik doplnený mobilným hradením výšky až 1,6 m. Otvory v

Záver

Literatúra

- [1] Bratislava – Protipovodňová ochrana, informačné materiály SVP š. p.
- [2] Projektová dokumentácia stavby Bratislava – Protipovodňová ochrana, archív Terraprojekt.

HAVARIJNE A KRÍZOVÉ SITUÁCIE V ZÁSOBOVANÍ VODOU V SR

Jozef Kriš²⁶, Matúš Galík²⁷

Abstrakt

Mimoriadne situácie môžu zapríčiniť zastavenie prevádzky celého verejného vodovodu alebo niektorých jeho objektov (čistenie, opravy a revízie) a to v súlade s plánom, alebo mimoriadne – zo zvláštnych dôvodov. Bežné automatické zastavenie chodu strojov a plavákovvej regulácie prítoku vody do vodojemu a pod. sa nepovažuje za zastavenie prevádzky. Pri mimoriadnych situáciách môžu nastať prípady, kedy sa zastaví celá prevádzka a nastane zastavenie dodávky vody na určité obdobie alebo nastane prípad obmedzenia dodávky vody. Zastavenie prevádzky, resp. obmedzenie odberu vody znížením dodávky vody spotrebiteľom napojeným na verejný vodovod je veľmi vážny stav narušenia dodávky vody spotrebiteľom. Zastavenie prevádzky môže byť plánované a havarijné. Plánované odstavenie z prevádzky sa termínovo určuje na obdobie najmenšieho odberu vody podľa miestnych podmienok a nepovažuje sa to za havarijnú alebo krízovú situáciu.

Kľúčové slová

Zásobovanie vodou, krízová situácia, havarijné stavy, prerušenie dodávky

Úvod

Zabezpečenie dodávky pitnej vody v mimoriadnych situáciách sa rozhoduje pri zabezpečení vody pre výrobu potravín, prevádzky zdravotníckych zariadení, ubytovacích, stravovacích služieb a domácností. K vzniku takýchto situácií môže dôjsť v prípade kontaminácie vodárenského zdroja alebo havárií na prívodnom potrubí do distribučného systému (*obr 1, 2*).

Havária, odstavenie prevádzky a s ňou spojené zníženie alebo odstavenie dodávky vody do spotrebiská musí vedenie prevádzky bezpodmienečne tiež oznámiť príslušnému vodohospodárske-

²⁶ Prof. Ing. Jozef Kriš, Ph.D., Katedra zdravotného a environmentálneho inžinierstva, Stavebná fakulta STU, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, jozef.kris@stuba.sk

²⁷ Ing. Matúš Galík, Katedra zdravotného a environmentálneho inžinierstva, Stavebná fakulta STU, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, matus.galik@stuba.sk

mu orgánu hygienickej služby a miestnemu úradu v zásobovanej oblasti, kde dochádza k výluke alebo obmedzeniu dodávky vody.

Dôvody pre zastavenie a obmedzenie prevádzky môžu byť nasledujúce:

- havária na hlavných technologických potrubíach,
- havária na prírodných potrubíach,
- havária významných objektov (vodojemov, upravovacích staníc, čerpacích staníc atď.),
- enormné zhoršenie kvality vody (v zdroji, resp. pri transporte).

Zvláštna (obmedzená – krízová) prevádzka môže nastať v nasledovných prípadoch:

- v čase dlho trvajúceho sucha,
- v čase intenzívnych a dlhotrvajúcich dažďov (záplavy),
- v zimnom období pri silných mrazoch a pri veľkom množstve snehu,
- pri prerušení dodávky elektrickej energie,
- pri epidémií zapríčinenej zhoršením kvality vody,
- pri poruchách niektorého zariadenia vodovodu,
- pri zväčšenom odbere vody pri požiari,
- pri veľkom čistení alebo pri opravách zariadení vodovodu.

Pri náhlom zhoršení kvality vody v prípade potreby sa majú uzatvoriť uzávery na odbere vo vodomerných šachtách a uzávery na odbere z vodojemov. Prevádzkový personál hlási zhoršenie kvality vody vedeniu prevádzky, ktoré urobí potrebné opatrenia, a to pomocou kontrolných rozborov sa zistí príčina zhoršenia kvality vody a urobia sa opatrenia na odstránenie príčin zhoršenia kvality vody.



Obr. 1 Poruchy na vodovodnom potrubí. [10]



Obr. 2 Havarijná situácia vyvolaná záplavami. [11]

Zásobovanie vodou na obdobie havarijnej a krízovej situácie

Príprava na zásobovanie pitnou vodou a úžitkovou vodou na obdobie havarijnej a krízovej situácie pozostáva z plánovania a prijímania preventívnych opatrení na zabezpečenie dodávky pitnej vody pre obyvateľstvo, ozbrojené sily, ozbrojené bezpečnostné zbory a záchranné zložky pri prerušení jej dodávky z verejného vodovodu. Ide o zabezpečenie pitnej vody a úžitkovej vody pre subjekty hospodárskej mobilizácie na zabezpečenie ich minimálnych prevádzkových potrieb alebo potrieb nevyhnutných na utlmenie, alebo odstavenie prevádzky.

Subjekt hospodárskej mobilizácie, ktorý zabezpečuje zásobovanie pitnou vodou na základe rozhodnutia alebo v období krízovej situácie vypracúva analýzu súčasného stavu zásobovania vodou. Zároveň vypracováva vyhodnotenie bezpečnostných rizík a ohrození, ktoré sú podkladom na vykonávanie opatrení hospodárskej mobilizácie určeného subjektu hospodárskej mobilizácie.

Analýzy zásobovania vodou sa vykonávajú najmä hodnotením:

- oblasti zásobovania vodou z hľadiska fyzikálno-geografických pomerov, demografických pomerov, ako aj mikrobiologických analýz a spôsobu zásobovania hygienicky kontrolovanou pitnou vodou a úžitkovou vodou;
- stavu zásobovania vodou na základe údajov o odberoch pitnej vody z verejného vodovodu a povrchovej vody v odberných miestach;
- vplyvu výpadku energetického systému na núdzové zásobovanie vodou, najmä z hľadiska výroby a dopravy pitnej vody do miest jej distribúcie;
- podľa možnosti zabezpečenia núdzového zásobovania vodou;

- podľa možnosti použitia náhradných zdrojov elektriny na zabezpečenie výroby a dodávky vody.

Vyhodnotenie bezpečnostných rizík a ohrození obsahuje najmä údaje o:

- možnom ohrození alebo kontaminácií vodárenských zdrojov alebo verejného vodovodu škodlivými a nebezpečnými látkami;
- nebezpečenstve vyradenia kľúčových vodárenských zdrojov a vodárenských objektov z prevádzky;
- dôsledkoch výpadku elektriny alebo iného energetického zdroja na zabezpečenie výroby a dodávky pitnej vody.

Vodný zdroj na zásobovanie vodou v období krízovej situácie určuje subjekt hospodárskej mobilizácie zabezpečujúci núdzové zásobovanie vodou, ktorý zároveň spracováva krízový plán na základe výsledkov analýzy a zhodnotenia bezpečnostných rizík a ohrozenia. Pri určovaní vodných zdrojov a plánovaných variant na núdzové zásobovanie vodou sa prihliada hlavne na:

- minimalizáciu nákladov na núdzové zásobovanie pitnou vodou, najmä na miesto lokalizácie a vzdialenosť vodárenského zdroja od miesta zásobovania;
- výdatnosť vodárenského zdroja;
- kvalitu vody z hľadiska potreby jej úpravy;
- energetickú náročnosť výroby pitnej vody;
- možnosť zabezpečenia ochrany vodárenských zdrojov.

V období krízových situácií sa zdroje navrhujú tak, že sa využívajú strategický významné zdroje podzemných vôd (ak sú vyhovujúce), ďalej verejné studne a výnimočne zdroje povrchových vôd. V prípade naliehavých stavov subjekt hospodárskej mobilizácie vyhlasuje stupeň obmedzenia dodávky vody pre obdobie havarijných a krízových situácií.

Stupne obmedzenia dodávky vody v období havarijných a krízových situácií

V období havarijných a krízových situácií, je možno vyhlásiť tieto tri stupne:

- obmedzenie dodávky,
- náhradné zásobovanie,
- núdzové zásobovanie.

Obmedzenie dodávky

Obmedziť alebo prerušiť dodávku vody z verejného vodovodu možno pri vyhlásení regulačných stupňov. Pri obmedzení dodávky vody sa realizujú opatrenia na obmedzenie nepretržitej dodávky pitnej vody z verejného vodovodu v dôsledku poklesu výdatnosti vodných zdrojov, najmä

vplyvom nepriaznivých klimatických podmienok alebo v dôsledku zničenia dôležitých úsekov verejného vodovodu. Dodávka pitnej vody z verejného vodovodu sa zabezpečuje v zníženom množstve. K prerušeniu dodávky vody z verejného vodovodu dochádza v dôsledku vyradenia kľúčových vodných zdrojov alebo vodárenských objektov z prevádzky vtedy, ak:

- Dôjde k poklesu výdatnosti vodárenských zdrojov o viac ako 30 % oproti priemernej spotrebe vody podľa štatistických ukazovateľov subjektov hospodárskej mobilizácie zabezpečujúcich zásobovanie pitnou vodou za obdobie predchádzajúceho štvrtroka alebo k vyradeniu vodárenských zdrojov z prevádzky, platí regulačný stupeň č. 1. Dodávka pitnej vody sa zabezpečuje verejným vodovodom v zníženom množstve dosahujúcom 70 % priemernej spotreby vody.
- Dôjde k poklesu výdatnosti vodárenských zdrojov o viac ako 50 % oproti priemernej spotrebe vody alebo k vyradeniu vodárenských zdrojov z prevádzky, platí regulačný stupeň č. 2. Dodávka pitnej vody sa zabezpečuje verejným vodovodom v zníženom množstve dosahujúcom 50 % priemernej spotreby vody.
- Dôjde k poklesu výdatnosti vodárenských zdrojov o viac ako 70 % oproti priemernej spotrebe vody alebo k vyradeniu vodárenských zdrojov z prevádzky, alebo k prerušeniu dôležitých úsekov verejného vodovodu, platí regulačný stupeň č. 3. Dodávka pitnej vody sa verejným vodovodom zabezpečuje v zníženom množstve dosahujúcom 30 % priemernej spotreby vody.

Výnimku z obmedzenia dodávok pitnej vody v krízovej situácii si môže uplatniť subjekt hospodárskej mobilizácie, ktorý zabezpečuje výrobu balenej pitnej vody a súčasne zabezpečuje jej dopravu pri núdzovom zásobovaní pitnou vodou.

Náhradné zásobovanie

Náhradné zásobovanie sa robí v prípade, ak nemožno zabezpečiť dodávku pitnej vody verejným vodovodom do miest distribúcie pitnej vody určených obcou.

Prevádzkovateľ zabezpečujúci zásobovanie vodou je povinný zaistiť náhradné zásobovanie vodou v medziach technických možností a miestnych podmienok, a to pri havárii vodovodu a pri plánovaných opravách, udržiavacích i revízných prácach. Medzi najbežnejšie využívané prostriedky na náhradné zásobovanie vodou patria:

- výtokové stojany (hydrantové nástavce),
- cisternové prívesné vozy a kontajnerové cisterny,
- automobilové cisterny,
- dodávky balenej pitnej vody.

Hydrantové výtokové stojany sa využívajú na núdzový odber vody pri haváriách vodovodných prípojok alebo pri haváriách lokálneho charakteru, keď v blízkosti nehnuteľností s prerušenou dodávkou vody je v prevádzke požiarny hydrant vhodný na osadenie stojanu na odber vody. Vý-

tokové stojany na náhradné zásobovanie vodou nevyžadujú žiadnu mimoriadnu údržbu. Je potrebné dbať iba o to, aby boli udržiavané v čistote pri ich uskladňovaní a preprave nemohli do nich vniknúť nežiaduce látky, alebo nečistoty a ich ventily musia byť funkčné, dobre ovládateľné a tesné. Po osadení stojanu na hydrant je nutné dobre prepláchnuť stojan i hydrant.

Pri prerušení dodávky vody v miestach, kde osadenie stojana v prijateľnej vzdialenosti nie je možné, zaisťuje sa náhradné zásobovanie pristavením cisternového voza (obr. 3) s pitnou vodou alebo kontajnerovej cisterny (obvykle s objemom 2,5 až 3 m³).



Obr. 3 Náhradne zásobovanie pitnou vodou pomocou automobilovej cisterny. [12]

Automobilové cisterny majú univerzálne využitie. Majú väčší objem (7 m³ a viac). Dajú sa využiť tak na rozvoz, ako i dopĺňovanie vody do vozov alebo kontajnerových cisterien na ich stanovištiach, ako i na priamy rozvoz vody na náhradné zásobovanie. Pre priamy výdaj sú predovšetkým vhodné v miestach, kde potreba vody pre náhradné zásobovanie je vysoká (napr. sídlisková zástavba) a nepredpokladá sa, že náhradné zásobovanie bude dlhodobé, ktoré by blokovalo autocisternu na jednom výdajnom stanovišti.

Využívané cisterny musia mať vnútorný povrch z materiálu atestovaného na styk s pitnou vodou. Za najlepšie je možno považovať nerezové cisterny. Cisterny na náhradné zásobovanie pitnou vodou nesmú byť využívané na dopravu žiadnych iných tekutín, ktoré by mohli ohroziť kvalitu dopravovanej vody.

Každá cisterna musí byť pred prvým použitím alebo odstavením z prevádzky (asi dlhšie ako 5 dní) riadne prepláchnutá a vydezinfikovaná. Nakoľko možnosť kontaminácie vody dovážanej v cisternách je relatívne vyššia, než pri vode dodávanej potrubím, odporúča sa vodu v cisterne zdravotne zabezpečiť až k hornej prípustnej hranici pre pitnú vodu, tj. 0,3 mg.l⁻¹ voľného Cl₂ v slovenských podmienkach Voda v cisterne by nemala byť na stanovišti na zásobovanie bez výmeny dlhšie než 3 dni. V teplom letnom počasí je potrebné vodu vymieňať denne. Kvalitu

vody v cisternách je nutné aspoň námatkovo kontrolovať kráteným rozborom vzorky vody. V prípade zistenia závad v kvalite, musí byť cisterna vypustená, vydezinfikovaná, prepláchnutá a až potom môže byť znovu použitá na náhradné zásobovanie. Poklopy vstupných otvorov do cisterny musia byť zaistené spoľahlivým zámkom na zabránenie nožnej kontaminácie vody ne-
žadnou činnosťou cudzích osôb.

Bežná kontrola a údržba cisterien by sa mala robiť aspoň 2 x ročne. Mala by byť zameraná na stav, funkčnosť a tesnosť vypúšťacích ventilov, tesnosť poklopov plniaceho a vstupného otvoru do cisterien, stav zámkov, prípadne stav vnútorného povrchu priestoru cisterny, pokiaľ je tento vybavený nejakou ochrannou vrstvou (náterom) a podobne. Súčasne s kontrolou by aspoň 2 x ročne mal byť riadne vyčistený a vydezinfikovaný vnútorný priestor cisterny.

Na každej cisterne by mali byť informačné nápisy:

- označenie prevádzkovateľa cisterny,
- tel. číslo, kam volať na doplnenie cisterny,
- označenie kvality vody „Pitná voda“ alebo „Pitná voda len po prevarení“.

Odporúča sa uprednostňovať označenie „Pitná voda len po prevarení“ i keď je inému hygienickému zabezpečeniu venovaná maximálna starostlivosť, a to preto, lebo môže dôjsť k dodatočnej kontaminácii vody v nedostatočne čistých nádobách, ktorými si odberatelia vodu odnášajú. V prípade takto vzniknutých problémov a sporov, môže byť dodatočné dokazovanie, kde k závade došlo, obtiažne. Ďalším spôsobom náhradného zásobovania obyvateľstva v prípade možnosti sú dodávky balenej pitnej vody. Rozvoz balenej pitnej vody v krízových situáciách zabezpečujú ozbrojené sily a záchranné zložky.

Núdzové zásobovanie

Ak nemožno zabezpečiť dodávku pitnej vody ani náhradným zásobovaním treba prejsť na núdzové zásobovanie pitnou vodou. Pri dodávke zníženého množstva vody verejným vodovodom sa rozsah zásobovania vodou určí vo viacerých variantoch na základe výsledkov analýzy a vyhodnotenia bezpečnostných rizík a ohrozenia.

Núdzové zásobovanie pitnou vodou rieši spôsob dodávky pitnej vody, ktorým sa zabezpečuje dodávka pitnej vody len na úrovni minimálnej potreby pitnej vody

Núdzové zásobovanie pitnou vodou sa vyhlasuje najmä pri:

- prerušení dodávky pitnej vody z verejného vodovodu v dôsledku zničenia časti verejného vodovodu alebo pri vyradení niektorých vodárenských objektov z prevádzky;
- nemožnosti dodávky pitnej vody verejným vodovodom z rôznych príčin.

Dodávka pitnej vody pri núdzovom zásobovaní sa zabezpečuje z vodných zdrojov určených na núdzové zásobovanie pitnou vodou, zo zariadení verejného vodovodu, ktorými sú najmä úpravňa pitnej vody, vodojem a hydrant. Dodávka pitnej vody sa zabezpečuje rozvozom cisternami alebo

inými prepravnými prostriedkami. Za vodné zdroje na núdzové zásobovanie pitnou vodou sa určujú najmä vodné zdroje podzemných vôd s gravitačnou dopravou vody, ktoré sú bez nároku na energetické zdroje a úpravu vody, okrem hygienického zabezpečenia pitnej vody. Ak to prírodné podmienky neumožňujú, za vodné zdroje na núdzové zásobovanie pitnou vodou možno určiť aj zdroje povrchových vôd s prenosným (mobilným) zariadením na úpravu pitnej vody. Prednostné zabezpečenie dodávky pitnej vody je zabezpečené pre obyvateľstvo, subjekty hospodárskej mobilizácie, ozbrojené sily, ozbrojené bezpečnostné zbory a ostatné zložky.

Minimálna potreba pitnej vody na núdzové zásobovanie obyvateľov pitnou vodou je 10 litrov na osobu denne, v mimoriadne nepriaznivých podmienkach 5 litrov na osobu denne, najviac počas troch po sebe nasledujúcich dní. Pre subjekty hospodárskej mobilizácie, ktoré zabezpečujú chov hospodárskych zvierat je minimálna potreba pitnej vody uvedená v *tab. 1*.

Tab. 1 Minimálna potreba pitnej vody na zabezpečenie chovu hospodárskych zvierat na obdobie krízovej situácie.

Druh	Živá hmotnosť kg	Vek deň/mesiac	Optimálna potreba vody l/ks/deň	Minimálna potreba vody l/ks/deň
Hovädzí dobytok				
Teľa	40 – 70	do 56. dňa	2	1
Teľa	71 – 120	57 – 180 dní	10	4
Mladý dobytok	121 – 320	4 – 12 mes.	20	12
Jalovice	321 – 450	13 – 24 mes.	25	17
Dojnica zasušená			50	30
Dojnica v laktácii			115	50
Plemenný býk			60	35
Ošípané				
Ciciaky	do 5	21 dní	0,3	0,2
Odstavčatá	6 – 10	35 dní	1,2	0,5
Odstavčatá	11 – 20	50 dní	2	1
Odstavčatá	21 – 40		5	2
Ošípaná – výkrm	41 – 110		8	3
Prasnica prasná			20	8

Prasnice dojčiaci			35	15
Kanec			20	10
Ovce a kozy				
Jahňa, kozľa			3	1
Ovca kotná			6	2
Ovca v laktácii			10	3
Koza kotná			3	1
Koza v laktácii			6	3
Kone				
Malé plemeno	do 250		18	8
Stredné veľké plemeno	251 – 450		30	15
Veľké plemeno	nad 451		50	20
Žriebä			10	5
Hydina				
Nosnice			0,2	0,2
Brojler		1. – 4. týždeň	0,15	0,1
Brojler		5. – 8. týždeň	0,25	0,15
Morka - výkrm			0,4	0,3
Kačica – výkrm			0,6	0,3
Hus – výkrm			0,7	0,3

Na zachovanie produkčnej schopnosti a celkového fyziologického stavu hospodárskych zvierat pri núdzovom zásobovaní pitnou vodou je zásobovanie pitnou vodou vykonávané v objemoch podľa optimálnej potreby. V mimoriadne nepriaznivých podmienkach je zásobovanie hospodárskych zvierat pitnou vodou vykonávané v objemoch podľa minimálnej potreby vody. Pre organizácie zdravotníckeho zabezpečenia je núdzová potreba pitnej vody 30 litrov na lôžko a deň alebo vo výške minimálnej potreby určenej na uchovanie zdravotníckeho zabezpečenia. Celková núdzová potreba vody je určená súčtom núdzovej potreby vody pre obyvateľov a núdzovej potreby vody pre všetky subjekty hospodárskej mobilizácie. Na jednotlivé varianty treba určiť aj spôsob stabilizácie kvality pitnej vody vo verejnom vodovode a možné varianty zásobovania, ktoré sa

dajú predpokladať. Subjekty (vodárenské spoločnosti), ktoré zabezpečujú zásobovanie vodou v období havarijných a krízových situáciách, majú mať vypracované plány a pripravený súbor preventívnych opatrení na zabezpečenie dodávky pitnej vody v týchto situáciách. Tieto opatrenia treba vykonávať na možné predpokladané stavy a treba ich riešiť už v stave bezpečnosti. Kolekcia plánovaných navrhovaných opatrení sa bude operatívne riešiť na základe reálne vzniknutej situácie.

Záver

Voda ako základná požívatina hrá významnú úlohu v živote človeka. Je preto nutné ju dodávať aj keď v obmedzenom množstve i v čase havarijných a krízových situácií. Havarijné situácie sú často vyvolané záplavami, veľkými mrazmi, suchými obdobiami a okrem iného aj nesprávnou prevádzkou a údržbou vodárenských zariadení. Nesprávna prevádzka zapríčiňuje častejšie poruchy a vyvoláva krízové stavy v zásobovaní vodou. Je preto dôležité, takýmto stavom podľa možnosti čo najviac predchádzať a vyvarovať sa im. Treba vykonávať intenzívnu údržbu všetkých zariadení, ako aj sledovať zdroje, ktoré sa pri bežnej prevádzke nevyužívajú, aby v prípade takto vzniknutej situácie, sa dali využiť ako náhradné vodné zdroje. Pri zásobovaní vodou môžu nastať aj zložitejšie situácie v prípade dlhodobého výpadku kľúčových zdrojov, výpadku elektrickej energie alebo v období vážnych krízových (vojnových) situácií. Keďže takéto stavy nemôžeme celkom vylúčiť, treba sa na ne vopred pripraviť, aby sme ich vedeli čo s najmenšími nákladmi prekonať.

Podakovanie

Príspevok bol vypracovaný na katedre zdravotného a environmentálneho inžinierstva na stavebnej fakulte STU v rámci riešeného projektu VEGA 1/1143/11.

Literatúra

- [1] KRIŠ, J. a kol. *Vodárenstvo I (Zásobovanie vodou)*, Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave, 2006, 816 s., ISBN 80-227-2426-2.
- [2] KROČOVÁ, Š., LINDOVSKÝ, M. *Zabezpečení obyvatelstva a subjektů kritické infrastruktury pitnou vodou za krizových situací v ČR*, Sborník Voda Zlín 2012, s. 21 – 30, ISBN 978-80-260-1468-3.
- [3] NOVÁK, J. a kol. *Průručka provozovatele vodovodní sítě*, Praha: SOVAK, 2003, 1 vydanie, 151 s., ISBN 80-238-9946-5.
- [4] TÓTHOVÁ K., MAHRÍKOVÁ I. *Securite of Water Supply and Sewerage Systems in Slovakia – Present State*. Security of Water Supply Systems: From Source to Tap. The NATO

- Programme for Security through Science. NATO Security through Science Series – C: Environmental Security. Springer 2006, s. 155 – 167, ISBN 1-4020-4563-8, ISSN 1871-4668.
- [5] TÓTHOVÁ K., BOŽÍKOVÁ J. *Zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou v krízových situáciách*. Sanghya 2005, SSTP, Piešťany 10/2005, s. 41 – 46, ISBN 80-89216-02-1.
- [6] Zákon č. 442/2002 Z. z. o verejných vodovodoch a verejných kanalizáciách a o zmene a doplnení zákona č. 276/2001 Z. z. o regulácii v sieťových odvetviach v znení neskorších predpisov.
- [7] Zákon č. 126/2006 Z. z. o verejnom zdravotníctve a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
- [8] Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 490/2002 Z. z. o bezpečnostnej správe a o havarijnom pláne.
- [9] Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 452/2005 Z. z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 490/2002 Z. z. o bezpečnostnej správe a o havarijnom pláne.
- [10] Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 220/2012 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o zásobovaní vodou na obdobie krízovej situácie.
- [11] <http://www.cbsnews.com/network/news/space/home/spacenews/files/0e229585d54332f5fe6ddb28c55a4f46-62.html>.
- [12] <http://lubovna.korzar.sme.sk/c/5816298/za-povodne-dostali-obce-v-lubovnianskom-okrese-vyse-15-miliona.htm>.
- [13] <http://www.webnoviny.sk/zvolen/obyvateľom-krupiny-uz-tecie-pitna-vo/241301-clanok.html>.

ŠTRUKTURÁLNE PORUCHY VODOVODNÝCH POTRUBÍ

Jozef Kriš²⁸, Martina Hanková²⁹

Abstrakt

Poškodenie vodovodných potrubných systémov je zložitý proces ovplyvňovaný mnohými faktormi, ktorých kombinovaný účinok môže viesť až k zlyhaniu systému. Komplexný účinok korózie, poškodenia vplyvom mechanických a statických javov a veku sa odráža na spoľahlivosti vodovodných systémov. V snahe minimalizovať hlavné nedostatky a maximalizovať životnosť systémov, je nutné pochopiť spôsob a mechanizmy poškodenia vodovodných systémov. Poruchové stavy a im zodpovedajúce poruchové mechanizmy sú závislé na rade faktorov (prevádzkové, fyzikálne, chemické, environmentálne), ktorých súhra podmieňuje spôsob zlyhania. Faktory, sa navzájom ovplyvňujú, výsledkom ich interakcii môže byť poškodenie potrubia. Stav vodovodu sa môže negatívne meniť v dôsledku niektorých environmentálnych a prevádzkových podmienok. Ďalekosiahlejšie problémy nastávajú, ak je systém zaťažovaný poruchami, ktoré spôsobujú záplavy územia spôsobujúce sadanie vplyvom podmačanie, ale aj vysušania prostredia, zmena vonkajších, ale aj vnútorných tlakových pomerov atď.

Úvod

S cieľom minimalizovať hlavné nedostatky a maximalizovať životnosť majetku, je nutné spôsoby a mechanizmy poškodenia vodovodných systémov pochopiť. Identifikácia možných poruchových mechanizmov, ktoré prispievajú k zvýšeniu rizika môže byť osožná z dôvodu zabránenia vzniku vrcholových porúch. Schopnosť porozumieť a kvalifikovať tieto mechanizmy, je nevyhnutnou súčasťou plánovacieho procesu [3].

Procesy, vedúce k poruchám vodovodných systémov nie sú jednotné, ani identické. Líšia sa na základe rôznych premenných faktorov a prvkov, ktorých kombinácia, alebo vplyv môžu spôso-

²⁸ Prof. Ing. Jozef Kriš, PhD., Slovenská technická univerzita, Stavebná fakulta, Katedra zdravotného a environmentálneho inžinierstva, jozef.kris@stuba.sk

²⁹ Ing. Martina Hanková, Slovenská technická univerzita, Stavebná fakulta, Katedra zdravotného a environmentálneho inžinierstva, martina.hankova@stuba.sk

bovať negatívne zmeny v rôznych úrovniach systému, na vonkajšej, alebo vnútornej strane potrubia a môžu sa líšiť od jedného potrubia k druhému [8].

Poškodenie potrubia môže byť výsledkom nasledovných mechanizmov [8]:

- poškodenie môže byť výsledkom prirodzeného starnutia;
- nedostatočná údržba, ktorá časom zhoršuje stav potrubia;
- poškodenie potrubí a spojov – ako výsledok interakcii pôdy a potrubia, prevádzkových podmienok, pôdnymi zmenami (spôsobené záplavami, mrazom, resp. suchom atď.) a účinkom korózie. Spomínané faktory (záplavy, mráz, suché obdobia, seizmická aktivita atď.) môžu viesť k poškodeniu spojov, deformáciám, krehnutiu, k odchýlkam polohy a k zlomom potrubia.

Poruchy vodovodných potrubí

Potrubné systémy vykazujú rôzne typy porúch, ako je to uvedené nižšie, ako aj v závislosti od druhu materiálu a dimenzie potrubí.

Medzi základné faktory ovplyvňujúce poruchy vodovodných sietí môžeme zaradiť nasledovné príčiny:

- namáhanie vodovodných potrubí,
- poškodenie vodovodných potrubí – štrukturálne a vnútorné,
- koróna,
- poruchy verzus materiál a dimenzia potrubí.

Namáhanie vodovodných potrubí počas prevádzky

Vodovodné potrubia sa môžu zlomiť v obvodovom, alebo v pozdĺžnom smere v prípade, ak indukované napätia prevýšia osovú pevnosť v ťahu. Pozdĺžne ťahové napätia vodovodných potrubí môžu vzniknúť trením vyvolaným strihovým namáhaním medzi potrubím a zeminou, v situácii, keď potrubie expanduje, alebo sa zmrašťuje podriaďujúc sa teplotným rozdielom medzi vodou a okolitou pôdou. Ohybové namáhanie vplyvom nedostatočnej podpory lôžka, alebo vplyvom napučievania ílovitej podkladovej zeminy je ďalším dôvodom na pozdĺžne ťahové napätie. Veľké tangenciálne napätia môžu vznikať v dôsledku tlakov vyvolaných zvýšeným objemom pôdy, pri zamŕzaní vody, alebo vplyvom veľkých tlakových rázov [8].

Poškození vodovodných potrubí

Poškození vodovodných potrubí možno rozdeliť do dvoch kategórií: vnútorné a štrukturálne porušenie. Spôsoby zlyhania závisia od environmentálneho prostredia ako aj od potrubného materiálu.

Poškození vnútorného povrchu potrubia má za následok zníženie hydraulické kapacity, degradáciu kvality vody a vedie k znižovaniu mechanickej pevnosti potrubia. Znížením hydraulické kapacity účinkami korózie a zarastania potrubia inkrustami, sa zvyšuje potenciál pre kolaps, pretože hrozí vyrazenie časti potrubia, vplyvom hydraulických rázov.

Štrukturálne porušenie ovplyvňuje mechanicкую odolnosť rúr a ich schopnosť odolávať napätiam. Toto porušenie zahŕňa trhliny a lomy potrubného materiálu, ktoré sú spôsobované zmenou pôsobiacich síl, alebo zmenou schopnosti materiálu odolávať napätiam.

Štrukturálne poruchy

Štrukturálne poruchy môžeme rozdeliť do troch hlavných typov:

- obvodové trhliny, lomy spôsobované pozdĺžnymi napätiami;
- pozdĺžne trhliny – spôsobované priečnymi napätiami, radiálnymi (tangenciálne napätie);
- špirálové trhliny;
- rozlomenie alebo rozdelenie spoja, spôsobované priečnymi napätiami v spoji potrubia a vplyvom vysokých hydraulických tlakov.

Obvodové trhliny sú spôsobované pozdĺžnymi napätiami a bývajú výsledkom jednej, alebo viacerých udalostí:

teplotná kontrakcia (zmrašťovanie vplyvom nízkej teploty vody v potrubí a okolitého prostredia),

- ohybové momenty v dôsledku objemových zmien a pohybu pôdy (značné pre ílovité pôdy), veľkých pôdných medzier v lôžku potrubia (napr. výsledok únikov vody);
- nedostatočné vyhotovenie výkopu a lôžka;
- vplyv ďalších inžinierskych sietí – náhodný faktor, zásah vedľajších vedení (náhodné poruchy).

Zvýšenie vnútorného tlaku vody v potrubí v kombinácii s pozdĺžnymi napätiami zvyšuje riziko obvodovej poruchy.

Pozdĺžne trhliny sú zapríčiňované priečnymi napätiami a bývajú zvyčajne výsledkom jedného, alebo viacerých nasledovných faktorov:

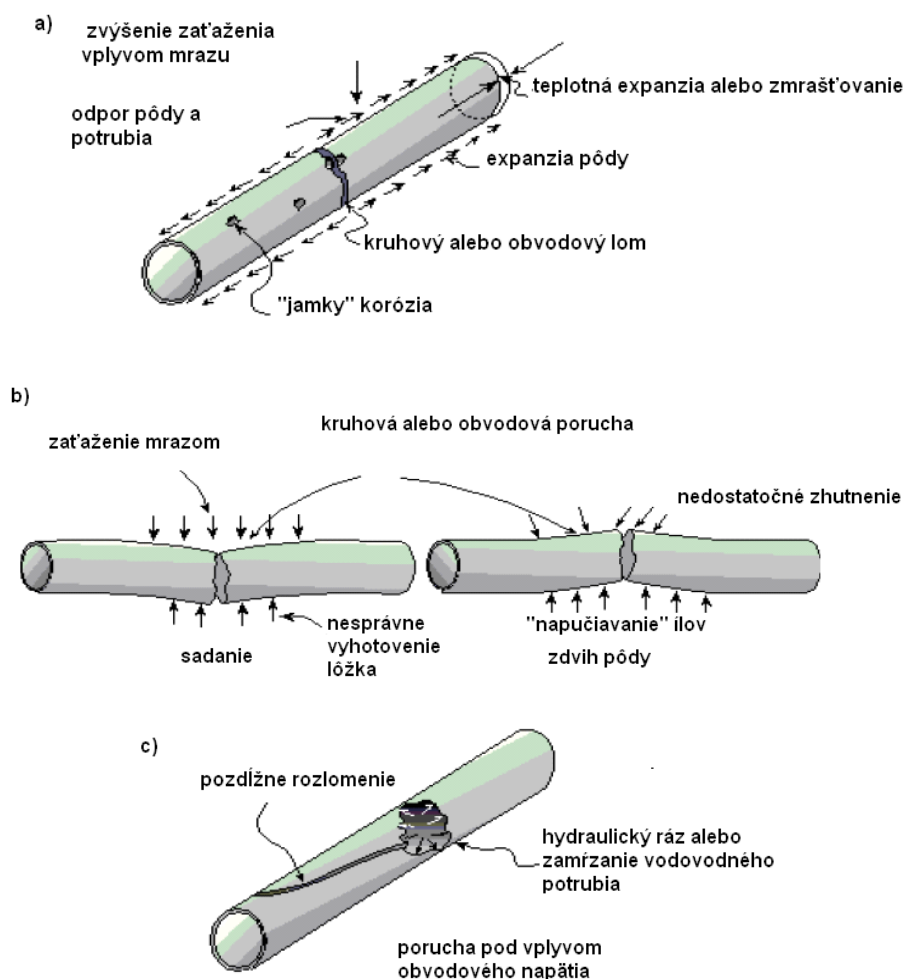
- obvodové napätie v dôsledku tlaku v potrubí (tangenciálne napätie),
- prierezové namáhanie (ohýbanie prierezu, kruhové napätie) v dôsledku záťaže z pôdy, dopravy.



Obr. 1 Pozdĺžne prelomenie časti skorodovanej steny potrubia [15]

Špirálové trhliny sú kombináciou obvodového a pozdĺžneho porušenia.

Spôsoby porušenia a okolnosti, ktoré k nim môžu viesť sú zobrazené na obr. 1 a 2.



a) kruhový, alebo obvodový lom, b) kruhová alebo obvodová porucha, c) pozdĺžne rozlomenie

Obr. 2 Spôsoby a príčiny poruchy u vodovodných potrubí [10]



Obr. 3 Spôsoby a príčiny porušenia vodovodných potrubí [1]

Klasifikácia štrukturálnych porúch vodovodných systémov môže byť doplnená o ďalší typ poruchy prederavenie steny spôsobované koróznym procesom.

Korózia vodovodných potrubí

Korózia je prirodzeným javom závislým od rôznych podmienok, ako je agresivita pôdy, nehomogenita kovu a prostredia, variabilitou fyzikálnych podmienok atď. [6].

Korózia je poruchovým mechanizmom zhoršujúcim hydraulické vlastnosti a spôsobuje poruchy, stratu tesnosti a predčasné vyradenie vodovodného potrubia z prevádzky.

Hoci presný koróznym mechanizmus nie je dobre jasný, pri potrubíach z ocele, tvárnej a sivej liatiny sú najčastejšie pozorované dva druhy korózie:

- **Jamková korózia** sa môže vyvíjať a prehĺbovať z oboch strán potrubia až do stavu, kedy bude stena plne perforovaná dôsledkom čoho bude unik vody. Korózne jamky sú typické pre potrubia z ocele a z tvárnej liatiny, ale sú zaznamenávané aj na potrubíach zo sivej liatiny. Keď korózna jamka dosiahne dostatočnú hĺbku a šírku, môže štrukturálne oslabiť potrubie, čo sa prejaví zvýšeným napätím na potrubie. Ak bude takto oslabované potrubie vystavované nadmerným napätiam, zvyšuje sa riziko poruchy v oslabenom mieste.
- **Grafitizácia**, pri ktorej je obsah železa zo steny potrubia vylúhovaný počas korózie, zanechávajúc za sebou maticu z grafitových vločiek. Pôvodné liatinové potrubie je týmto procesom premenené na „nekovové“ bez pevnosti [5]. Tento proces môže vytvárať pevné

usadeniny na potrubí a budit' dojem nepoškodeného materiálu. Častokrát nevznikajú úniky, aj keď sa železo úplne vyplaví, pretože tuhé produkty tvoria akúsi bariéru s dostatočnou pevnosťou, ktorá dočasne odoláva tlaku vody. Avšak vplyv vodných rázov môže tuto bariéru vyraziť aj s časťou steny čo sa bude prejavovať únikom. Treba pripomenúť fakt, že korózií podliehajú aj iné materiály (betón, PVC, PE atď.). Procesy korózie pre tieto materiály sú zložitejšie a individuálne pre každý materiál osobitne.



Obr. 4 Plne perforovaná stena vodovodného potrubia vplyvom korózie [14]



Obr. 5 Pohľad na skorodované vodovodné potrubie [11]



Obr. 6 Úniky vody vplyvom korózneho prederavenia steny potrubia a spojov [12][13]

Poruchy verzus materiál a dimenzie potrubí

Počas prevádzky boli pozorované rôzne typy porúch v závislosti od rôznych charakteristík potrubí, z hľadiska potrubného materiálu a dimenzie.

Pri štrukturálnych poruchách bolo identifikovaných nasledovných päť rôznych príčin zlyhania v spojitosti s rôznymi dimenziami potrubí:

- pozdĺžne rozštípenie potrubia sa bežne vyskytuje pri väčších dimenziách;
- špirálové poruchy sa vyskytujú najčastejšie pri stredných priemeroch (400 – 500 mm);
- ustrihnutie spoja je hlásené hlavne pri veľkých priemeroch;
- obvodové poruchy sú zapríčinené ohybovými momentmi, sú na ne náchylné menšie dimenzie potrubí, vzhľadom na ich nízky moment zotrvačnosti a ich väčšej dĺžky v pomere k priemeru [7].

V závislosti od potrubného materiálu sú zaznamenávané rôzne typy poškodenia vodovodných potrubí.

Prevládajúcim poruchovým mechanizmom kovových potrubí je korózia (jamková a grafítizácia), ktorá spôsobuje zoslabovanie hrúbky steny a štrukturálne oslabuje potrubie.

Tento poruchový mechanizmus je takmer vždy viac značný pre potrubia s menším priemerom, ako pre potrubia s väčšou dimenziou, pri rovnakých okolitých podmienkach z dôvodu rýchlejšieho prederavenia tenšej steny a rizika zlyhania.

Hlavný poruchový mechanizmus potrubí z polyvinylchloridu (PVC) nie je doposiaľ dobre zdokumentovaný, predovšetkým preto, že proces zlyhania je zvyčajne pomalší ako u kovových potrubí a tiež preto, že PVC potrubia sú komerčne používané pomerne krátku dobu a to v posledných 45 – 50 rokoch. Pravdepodobne ide o mechanizmy – chemická a mechanická degradácia, oxidácia a biodegradácia vplyvom zmäkčovadiel a rozpúšťadiel [4]. Azbestocementové a železobetónové potrubia sú predmetom poškodenia rôznych chemických procesov, rozrušujúcich cement – anorganické a organické látky, alebo sírany v pôde, ktoré oslabujú cementovú maticu.

U železobetonových rúr dochádza ku korózii betónu a oceleovej výstuže, čo môže viesť až k pretrhnutiu potrubia. Nízke hodnoty pH v pôde môžu znížiť pH cementovej malty do bodu, kedy dôjde ku korózii oceleovej výstuže, čo vedie k závažnému oslabeniu potrubí [4].

Tab. 1, 2 zobrazujú najbežnejšie defekty vodovodných potrubí spolu s príčinami ich vzniku.

Tab. 1 Typické defekty vodovodných potrubí [8]

Defekt	Príčina
pozdlžne trhliny a lomy	Môžu sa vyskytnúť na úrovni podoprenia, ako aj na vrchole a na dne potrubia. nadmerné drvenie a namáhanie prierezu.
ťahové trhliny	Trhliny sú diagonálne a šíria sa z bodu preťaženia (často pod úrovňou potrubí).
obvodové trhliny a lomy	Vzájomný vertikálny pohyb po sebe nasledujúcich potrubí spôsobuje trhliny alebo lomy z dôvodu nadmerného namáhania šmykom, alebo ohybom. S najväčšou pravdepodobnosťou k tomu dôjde v blízkosti spojov.
prelomenie potrubia	Dochádza k nim v prípade, kedy kusy prasknutého, alebo rozlomeného potrubia sa výrazne odklonia od svojej pôvodnej polohy. Ide o ďalšiu etapu vývinu poškodenia potrubia zasiahnutého trhlami, alebo lomami. Jedná sa o vážnu poruchu.
prasknutie, vyrazenie hrdla	Nadmerný tlak vo vnútri hrdla z dôvodu expanzie spojovacieho materiálu spôsobuje prasknutie (vyrazenie hrdiel, roztrhnutie hrdla).
deformácia potrubia	Vyskytujú sa, keď trhlami, alebo prasklinami porušené potrubie stráca podporu okolitej pôdy.

Tab. 2 Štrukturálne typy porúch pre používané materiály vodovodných potrubí [9]

Potrubný materiál	Spôsob štrukturálneho porušenia
Sivá liatina	
menšie priemery (< 375 mm)	obvodové, rozdelenie spoja, korózne prederavenie
stredné priemery (375 – 500 mm)	rovnaké ako u malých priemerov, plus pozdlžne trhliny a špirálové praskanie, vyrazenie časti steny
veľké priemery (375 – 500)	pozdlžne trhliny, ušmyknutie spoja, korózne prederavenie
tvárna liatina	korózne prederavenie
ocel'	korózne prederavenie, potrubia s veľkými priermi sú náchylné na kolaps

PVC	pozdlžne poruchy vplyvom nadmerného mechanického namáhania náchylné na poruchy vplyvom extrémnych nízkych teplôt
HDPE	nedokonalosti spojov, mechanická degradácia z nesprávnej inštalácie, náchylné na kolaps pri vyšších prevádzkových tlakoch
Azbestocement	obvodové trhliny, degradácia materiálu potrubia v agresívnych vodách, pozdlžne rozlomenie
Železobetón	degradácia potrubia vo zvlášť agresívnych pôdach, korózia výstuže, poškodenie betónu v dôsledku nesprávnej inštalačnej metódy

Záver

Proces vzniku poruchy je komplikovaný a väčšinou prebieha v niekoľkých fázach. U potrubia môže dôjsť k štrukturálnej praskline v jednej časti, prejavujúc sa malým unikom, avšak potrubie môže svoju funkciu plniť svoju ešte nejakú dobu, až do vtedy, pokiaľ nedôjde vplyvom namáhania k prasknutiu zvyšnej časti. Aj keby bolo potrubie porušené koróziou, môže fungovať ešte dlhý čas, ak nie sú prítomné ďalšie rušivé faktory, ktorých účinok by viedol k poruche takto oslabovanej časti.

S cieľom znížiť poškodenie a poruchy potrubí, by sa mali vykonávať komplexné štúdie o fyzikálnych, environmentálnych a prevádzkových podmienkach, v ktorých bude obnovené, alebo navrhované potrubie zakomponované. Pôdne pomery by mali byť testované pred výberom typu potrubia. Inými slovami, potrubie by malo dlhodobo spolupôsobiť s prostredím a konštrukcia a materiálové charakteristiky by mali zodpovedať prostrediu tak, aby sa zachovala proklamovaná životnosť jednotlivých materiálov.

Podakovanie

Príspevok bol vypracovaný na katedre zdravotného a environmentálneho inžinierstva na stavebnej fakulte STU v rámci riešeného projektu VEGA 1/1143/11.

Literatúra

- [1] BEST PRACTICE: *Deterioration and inspection of water distribution systems*, National Research Council, Canada, 2003.
- [2] HANKOVÁ, M. *Spracovanie strategických scenárov pre plán obnovy vodovodných sietí*, Písomná práca k doktorandskému minimu, 39 s., Bratislava 2012.
- [3] HASSAN A., ZAYED T. Condition Rating Model for Underground Infrastructure Sustainable Water Mains, *Journal of Performance of Constructed Facilities*, Vol. 20, 2006.

- [4] KLEINER, Y.; RAJANI, B. *Non-destructive inspection techniques to determine structural distress indicators in water mains*, Institute for Research in Construction, National Research Council Canada, Journal American Water Works Association, 2004.
- [5] KLEINER, Y.; RAJANI, B. *Protection of Ductile Iron Water Mains against External Corrosion: Review of Methods and Case Histories*, Institute for Research in Construction, National Research Council Canada, Journal American Water Works Association, 2003.
- [6] KRIŠ, J. a kol. *Vodárenstvo I. Zásobovanie vodou*. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave, STU, ISBN 80-227-2426-2, 2006.
- [7] MAKAR, J. M. *Investigating large gray cast iron pipefailures: a step by step approach*, American Water Works Association Infrastructure Conference, 2001.
- [8] NAJAFI M. *Pipeline and Utility Design, Construction and Renewal*, Trenchless Technology, 142 – 149 s., McGraw-Hill, 2004.
- [9] National Research Council (U. S.). *Committee on Public Water Supply Distribution Systems: Assessing and Reducing Risks*, Drinking Water Distribution Systems: Assessing and Reducing Risks, National Academies Press, 2006, ISBN 0309103061.
- [10] RAJANI, B. B., KLEINER, Y. Comprehensive review of structural deterioration of water mains: physically based models, *Water*, vol. 3, 2001.
- [11] <http://www.undergroundolutions.com/pipeline-repair-methods.php>
- [12] <http://www.lowflo.ie/services/leak-detection-commercial>
- [13] <http://www.abqplumbingservices.com/pipe-leak-repair/>
- [14] http://www.bushman.cc/corrosion_photos.html
- [15] <http://fractureinvestigations.com/corrosionfailures.php>

VLIV POVODNÍ NA ROZVOJ OSTRAVY

Stanislav Endel³⁰, František Kuda³¹

Abstrakt

Povodně představovaly a stále představují pro města významnou hrozbu, záplavy mohou způsobit celkovou změnu obrazu sídla. Tento příspěvek se nejprve snaží vysvětlit historický vývoj našich měst ve vztahu k vodním tokům a objasnit, proč téměř všechna česká města leží na řece a jsou tedy potenciálně ohrožena povodněmi. Dále jsou zde stručně popsány ostravské povodně v roce 1997 a popsán jejich vliv na celkový rozvoj města. Vše je porovnáno s dnešním stavem nejpostiženějších oblastí.

Úvod

Problematika povodní respektive protipovodňových opatření se stala velmi aktuální zejména po roce 1997, kdy východní polovinu ČR zasáhly katastrofické povodně. Do té doby se česká města se záplavami v podobném rozsahu nesetkala a povodně je tak zastihly zcela nepřipravené. Díky tomu napáchaly povodně značné škody. Obdobná situace byla i v Ostravě, byť toto město nepatřilo k nejvíce postiženým oblastem.

Historický vývoj

Před započítáním úvah o samotných povodních je jistě vhodné analyzovat řeky, či obecněji vodní plochy, ve vztahu na samotnou strukturu města, neboť vliv vodních toků na samotnou urbanistickou strukturu měst je velmi významný.

Města, která vznikla ve středověku, byla zakládána většinou v blízkosti vodních toků. Tyto toky sloužily jako zdroj pitné vody pro obyvatelstvo města a zároveň jako přirozený likvidátor odpadu. Nad městem lidé jímali vodu, kterou pak dále využívali, zatímco pod městem lidé do řeky házeli odpad. Řeka byla tedy v těchto místech silně znečištěná a působila nevábným dojmem.

³⁰ Ing. Stanislav Endel, Fakulta stavební VŠB-TU Ostrava, Katedra městského inženýrství, L. Poděšť 1875, 708 33 Ostrava-Poruba, tel. 59 732 1930, e-mail: stanislav.endel@vsb.cz

³¹ doc. Ing. František Kuda, CSc., Fakulta stavební VŠB-TU Ostrava, Katedra městského inženýrství, L. Poděšť 1875, 708 33 Ostrava-Poruba, tel. 59 732 1934, e-mail: frantisek.kuda@vsb.cz

Z tohoto důvodu se města stavěla tzv. zády k řece, tzn. čelní průčelí důležitých městských budov, jsou otočena směrem od řeky. Stejně tak řeka nikdy neprotéká skrz samotné centrum (např. přes hlavní náměstí), ale je vždy na jeho okraji. Podél řeky pak byla situována převážně zemědělská půda, která byla občasnými lokálními povodněmi zúrodňována. S postupným vývojem prvních vodovodů a výstavbou kašen na náměstích pak hospodářský význam vodních toků postupně upadal [1].

Vzhledem k tomu, že většina našich dnešních měst byla založena právě ve středověku, vždy jimi protéká větší či menší vodní tok a jsou tedy potenciálně ohroženy povodní.

Také Ostrava prošla podobným vývojem. Město bylo založeno ve 13. století v místě brodu přes řeku Ostravici z důvodu ochrany česko-polských hranic. I samotný název města byl odvozen od jména této řeky. Celková sídelní struktura města pak byla poměrně stabilní, město se příliš nerozvíjelo, zlom v této situaci nastal až s objevem černého uhlí na území města. Po něm se Ostrava začala velmi rychle vyvíjet až do podoby, v jaké ji známe dnes.

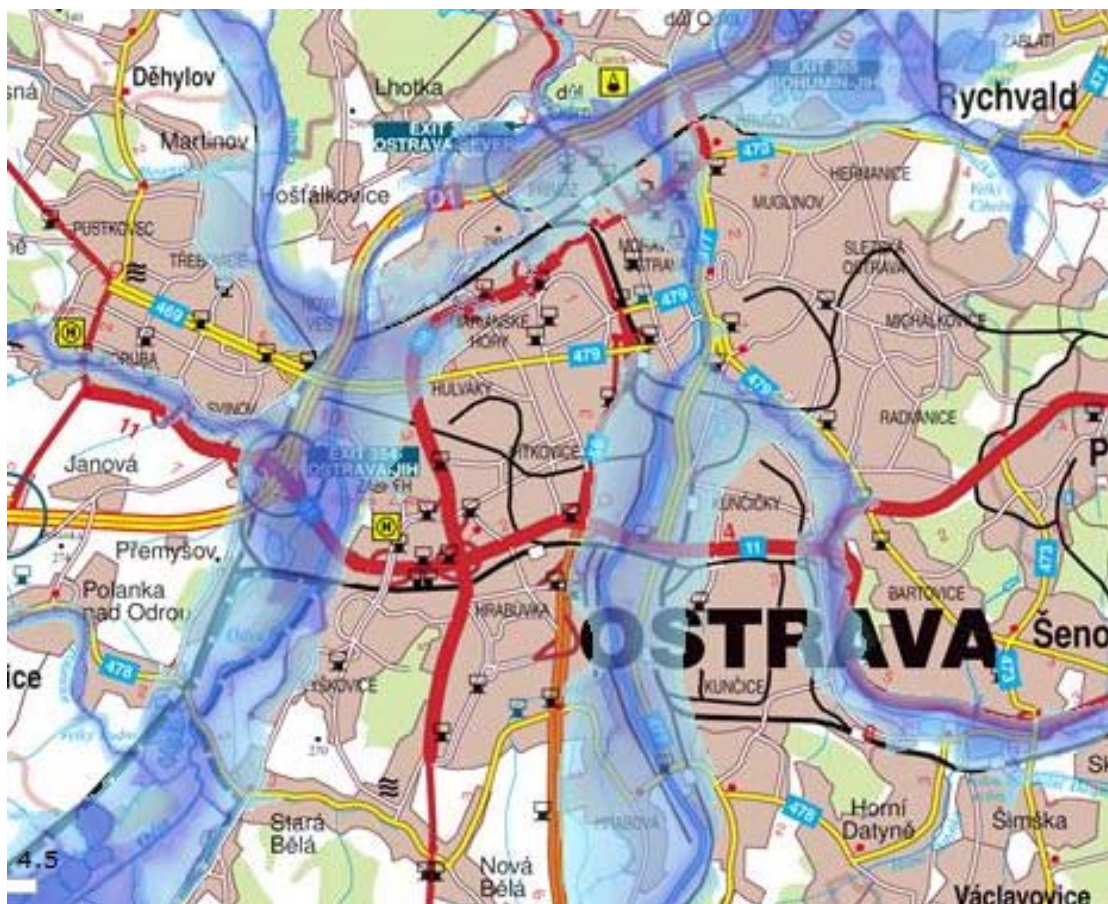
Situace v Ostravě

Dnešní Ostravou protékají čtyři řeky – Odra, Ostravice, Opava a Lučina a mnoho menších vodních toků, viz *obr. 1*. Vzhledem k poměrně vysoké hustotě vodních toků a poměrně rovinatému terénu města je povodní ohroženo poměrně velké území Ostravy, viz *obr. 2*. Velké povodně město zasáhly v posledních několika letech dvakrát, a to v roce 2010 a další a nutno říct, že mnohem ničivější pak o několik let dříve, v roce 1997.



Obr. 1 Administrativní členění Ostravy s vyznačením řek na území města [2]

Velmi neobvyklá meteorologická situace na počátku července 1997 způsobila, že se nad celou Moravou a částí východních Čech držela oblačnost, která s sebou přinesla velmi vydatné srážky. Konkrétně nad Ostravou tehdy během jediného dne (18. července) spadlo 40mm vody na 1m², denní průměr srážek v Ostravě přitom nepřekračuje 2mm. Vodní toky na území města pochopitelně nebyly schopny takové množství vody pojmout, stejně tak půda již byla vodou přesycená.



Obr. 2 Záplavová území v Ostravě, [3]

Logickým vyústěním tak bylo vylití vodních toků z břehů a zaplavování jejich okolí. Situace byla nejhorší na řece Odře, jejíž hladina stoupla místy až o 6 metrů. Nejpostiženějšími oblastmi byly pravděpodobně městské části Nová Ves, Svinov, Dubí a Hrušov (severní část Slezské Ostravy), odkud muselo být evakuováno několik tisíc lidí a kde muselo být mnoho domů po povodni strženo.

Problémy ovšem nastaly také v dopravě a vůbec celkovém životě ve městě. Právě v Nové Vsi se totiž nachází jedna z nejdůležitějších městských křižovatek a prochází tudy hlavní tah do jedné z nejlidnatějších městských čtvrtí – Poruby. Poté, co byla tato křižovatka zatopena a uzavřena bylo velmi problematické se do Poruby dostat, později to bylo prakticky nemožné, neboť zaplaveny byly i objízdné trasy (obr. 3). Poruba tak zůstala po několik dní prakticky odříznutá od svě-

ta. Prakticky znemožněná byla také železniční doprava, neboť jak nádraží ve Svinově, tak ostravské Hlavní nádraží byla zatopena.

Povodně také v podstatě zastavily průmyslovou výrobu ve městě. Zcela zatopeny byly například Moravské chemické závody v Ostravě-Hrušově (*obr. 4*) nebo areál společnosti Ostramo, odkud také během povodní uniklo cca 450 tun nebezpečných olejů. Částečně zatopena byla i elektrárna v Ostravě-Třebovicích (*obr. 5*), či areál Nové Huti (dnes ArcelorMittal).

Velkým štěstím bylo, že se povodně ve větší míře vyhnuly městskému centru. Centrem protéká řeka Ostravice, na niž nebyla situace tak kritická vzhledem k možnosti alespoň částečné regulace toku přehradou Šance na jejím horním toku. Druhým faktorem, který centru v kritické době pomohl, byly nábrežní zdi vybudované ve městě za první republiky (*obr. 6*). Částečně zaplaven tak byl jen nedaleký park – Komenského sady.



Obr. 3 Povodně v Nové Vsi, [4]



Obr. 4 Zatopený Hrušov, [4]



Obr. 5 Povodeň v třebovické elektrárně, [4]



Obr. 6 Zachycení velké vody na nábreží v centru města, [5]

Zóny v kontaktu s vodním tokem dnes

Většina městských funkcí byla po povodni obnovena a téměř všechny následky povodní byly odstraněny. Podívejme se, jak vypadají některé plochy kolem ostravských řek dnes.

Centrum města

Jak již bylo řečeno, městské centrum nebylo povodní postiženo ve větší míře zejména díky zpevněným zdem na centrálním nábreží. Tato protipovodňová úprava má ovšem také své nevýhody. Zejména jde o to, že Ostravané nemají v centru přímý kontakt s řekou a nábreží není ve větší míře urbanizované (*obr. 7*). V porovnání s centrálními nábrežními v jiných městech (např. Praha nebo Bratislava), kde je nábreží jednou z nejživějších částí města a lidé jej často využívají k rekreaci, v Ostravě podobná plocha chybí. Řeka je tak spíše bariérou v životě města než jeho plnohodnotnou součástí. Situace je o poznání lepší v Komenského sadech, které povodněmi netrpěly větší škody, po povodni byly zcela obnoveny a dnes tvoří nejvýznamnější rekreační plochu podél řeky ve městě. V současnosti navíc město realizuje rozsáhlý projekt na oživení městského nábreží. Podél řeky tak budou vybudovány nové cyklostezky, sluníční plochy nebo třeba loděnice.



Obr. 7 Centrum města podél řeky Ostravice, zdroj: archiv

Ostrava-Svinov

Území kolem řeky Odry, které odděluje Porubu od zbytku Ostravy, nebylo po povodni zcela obnoveno a dnes jsou v nejbližším okolí řeky pouze rozsáhlé zelené plochy. Celá oblast tak nepůsobí dojmem, že se nachází v intravilánu města o několika stech tisíc obyvatel navíc v těsné blízkosti jednoho z nejlidnatějších městských obvodů. Opětovná zástavba ovšem není možná vzhledem k možnosti dalšího zatopení. Řeka by ovšem mohla být celkově lépe vtáhnuta do organismu města a mohly by zde vzniknout nové odpočinkové plochy (*obr. 8*).



Obr. 8 Řeka Odra ve Svinově, zdroj: archiv

Ostrava-Hrušov

Hrušov býval kdysi výstavní ostravskou čtvrtí plnou honosných vil a prvků občanské vybavenosti včetně kina či fotbalového hřiště. Postupné uzavírání průmyslových objektů v okolí a také stavba kapacitní čtyřproudé komunikace, která celý Hrušov rozdělila napůl, způsobily postupný odliv obyvatel. Definitivní konec pro život v Hrušově pak znamenaly právě povodně v roce 1997, kdy byly všechny objekty zatopeny do výše cca 3m. Povodeň významně narušila statiku budov, takže většina z nich musela být stržena. Hrušov se tak stal zcela opuštěným místem plným zbytků původních staveb (*obr. 9*), rozbitých komunikací a také černých skládek, často obsahujících nebezpečný odpad (*obr. 10*). Místo je tak útočištěm bezdomovců, squatterů a různých podobných skupin obyvatel.

V současnosti existuje mnoho studií na celkovou revitalizaci této plochy. Většina z nich počítá s vybudováním zóny pro lehký průmysl. Tyto úvahy se opírají zejména o výbornou dopravní dostupnost, neboť v těsné blízkosti plochy byla vybudovaná nová dálnice a areálem rovněž prochází železnice. Kvůli hrozbě opětovného zaplavení plány počítají s plošným zvýšením terénu o 3 m, což bude finančně, technologicky i časově poměrně náročné.

Zahájení prací ovšem dosud brání složité majetkoprávní poměry v území. Město Ostrava se tedy v současnosti snaží získat pozemky nutné pro novou výstavbu do svého vlastnictví. Tento úkol je ovšem poměrně náročný, neboť ne všichni majitelé těchto pozemků jsou ochotni je prodat.



Obr. 9 Příklad původní zástavby v Hrušově, zdroj: archiv



Obr. 10 Příklad černé skládky v Hrušově, zdroj: archiv

Závěr

V případě města Ostravy povodně v posledních několika desítkách let způsobily značné škody a do jisté míry také ovlivnily dnešní urbanistickou strukturu města, byť ne tak významně jako

v případě některých menších sídel, které byly zatopeny kompletně a v podstatě musely být postaveny znovu. Díky povodním se však po roce 1997 začala v Ostravě realizovat řada protipovodňových opatření, a tak se snad podobně rozsáhlých záplav v Ostravě již nedočkáme.

Poděkování

Príspevek byl realizován za finančního přispění MŠMT, podporou specifického vysokoškolského výzkumu Studentké grantové soutěže VŠB-TU Ostrava pod identifikačním číslem SP2013/87.

Literatura

- [1] KUTA, V., SEDLECKÝ, J., ENDEL, S. *Urbanismus a teorie stavby měst – vybrané kapitoly z urbanismu*. Ostrava: VŠB-TUO, 2012, ISBN 978-80-248-2820-6.
- [2] KUDA, F., ENDEL, S. *Historical development and current situation of Ostrava in relation to water phenomenon*. In MobEX 2011-2012 Water and city. Cracow: Towarzystwo Słowaków w Polsce, 2012. ISBN 978-83-7490-505-3.
- [3] Průvodce pro zjištění nebezpečí výskytu povodně [online]. Vystaveno 12. 7. 2010 [cit. 2013-4-7]. Dostupné z: <www.riskportal.intermap.cz>.
- [4] Fotografie povodní [online]. Vystaveno 6. 3. 2008 [cit. 2013-4-7]. Dostupné z: www.zam.fme.vutbr.cz.
- [5] Uplynulo 10 let od povodní v roce 1997 [online]. Vystaveno 9. 10. 2007 [cit. 2013-4-7]. Dostupné z: <www.ostrava.unas.cz>.

VEŘEJNÝ PROSTOR SÍDEL ZASAŽENÝ POVODNÍ

Petr Šrytr³²

Anotace

Příspěvek nabízí základní rozbor situace veřejného prostoru měst a obcí, zejména prostoru pod úrovní terénu (jeho stavu před, v průběhu a po odeznění povodně) včetně uvedení konkrétních příkladů. Z koordinačního městsko-inženýrského pohledu je pak třeba též vnímat, že existují i další podobné případy v podzemí veřejných prostor sídel mimo jejich inundačního území jako ty, které jsou produkovány povodněmi v inundačním území.

Je všeobecně známo, že ty části veřejného prostoru měst a obcí, které se nacházejí v inundačním území vodních toků, jsou obvykle přímo či nepřímo povodní zasaženy s důsledkem vzniku škod. Jejich rozsah a kvalita je vázána na konkrétní podmínky takového území, na konkrétní parametry vodního toku, jeho povodňového/vých stavu/vů a jeho režimu/mů, na okolnost, zda jde o území v aktivní či pasivní inundační zóně, na okolnost, zda již zde bylo reagováno jistými protipovodňovými opatřeními a s jakými výsledky atd. Obvyklý postup hodnocení škod následkem povodní bývá často omezen jen na jeden objekt (jednu stavbu). Málokdy se dosud, např. v případě veřejného prostoru a jeho podzemí, vyskytovala snaha sledovat více souvislostí, vyhodnocovat situaci v širším záběru (děje se tak částečně jen v případě vazby na systémy jednotné kanalizace a jejich odlehčovací komory vybavené odlehčovacími stokami), tj. chybí snaha hodnotit situaci komplexněji před, v průběhu a po povodni v zaplaveném území a v jeho sousedství. Dobrat se pravdy, co se zde vlastně odehrává do všech detailů, zejména též pod povrchem zcela zatopeného či jen podmáčeného území, není snadné z mnoha důvodů, např. též proto, že se téměř vždy jedná o značně heterogenní prostředí s mnoha vlivy antropogenní činnosti v relativně dlouhém časovém úseku v minulosti i v současnosti, vytvářející pestrou kombinaci podmínek s přímou i nepřímou vazbou na vznik nemalých škod bezprostředně a též i následně, tj. dlouhodobě.

Nejdříve bývají registrovány a dokumentovány různé zjevné propady místních komunikací s následnou snahou „vtáhnout do hry“ tj. zajistit spoluúčast na financování nápravy škod další potenciální přímé i nepřímé spoluviníky. V tomto případě jimi mohou být ti, kteří dlouhodobě iniciují a způsobují vznik a rozvoj kavernózních jevů, tj. vznik a rozvoj dutin v podzemí. Zkušenosti ukazují, že to potenciálně mohou být investoři, projektanti, zhotovitelé a provozovatelé všech druhů inženýrských sítí a z nich pak zejména ti, kteří mají v péči kanalizace a vodovody

³² Doc.Ing. Petr Šrytr, CSc., Fakulta stavební ČVUT v Praze, e-mail: srytr@fsv.cvut.cz

(speciálně se nejčastěji jedná o kombinovaný vliv netěsných vodovodů v blízkosti netěsných stok či jiných netěsných objektů v podzemí). Samozřejmě je též důležitá výchozí situace charakterizovaná morfologií terénu a geologickým složením povrchové vrstvy (často jde o antropogenní geologické vrstvy s výskytem nezkonsolidovaných navážek, ne zcela vyplněných původních sklepních prostor, žump apod.). Svůj podíl mají i všichni ti, kteří dlouhodobě ovlivňovali vývoj urbanizace tohoto území, zejména ti, kteří první rozhodli a následně rozhodovali o zástavbě v potenciálním inundačním území (v území aktivní a pasivní inundace). Objektivně je třeba vidět, že svůj podíl zavinění škod mává i celá řada nepředvídatelných náhod, tedy jakoby výhradně vyšší moc.

V případě posuzování škod na místních komunikacích a na jiných objektech a stavbách je obvykle k dispozici výsledek rekognoskace zjevných poruch a poškození s jejich podrobným popisem, s fotodokumentací a zpřehledněním technologického postupu nápravy těchto škod a včetně jejich finančního vyjádření. Jako podklad obvykle nechybí stávající platný územní plán sídla. Situaci pak komplikuje též to, že v neadekvátním stavu je (existuje-li vůbec) dokumentace a databáze správců místních komunikací či majitelů a správců jiných objektů a staveb pod úrovní terénu (včetně např. dokumentace zpřehledňující stav a vývoj dopravního zatížení), odpovídající dokumentace a databáze všech provozovatelských společností v úseku vedení technického vybavení (včetně údajů základních technických parametrů a důležitých údajů z období realizace, parametrů provozních, dostatečně přesných, nezkreslených údajů provozní údržby, provozních manipulací, údaje poruchových a havarijních stavů a zásahů, jejich vyhodnocení ...). Často absentuje i podklad, který alespoň základním způsobem popisuje geologické a hydrogeologické poměry a podmínky povrchové vrstvy, či výsledky aktuálních geologických a geotechnických průzkumů. Za této situace nedostatku podrobných informací jde o problém obvykle označovaný jako problém black-box.

Svým způsobem je vždy jakýmsi koncentrovaným a velmi intenzivním experimentem s daným sídlem i atak vody každé významnější povodně, který pak doznívá ještě i několik let. Takovýto atak urychluje proces stárnutí a opotřebení, tj. opotřebení a zeslabení životnosti všech prvků dopravní a technické infrastruktury, nacházejících se zde ve veřejném prostoru, jednotlivě a též i ve složitém a různě zkombinovaném, přímém i zprostředkovaném vzájemném účinku. Extrémní povodňová situace (obvykle přesahující Q_{100}) zaplaveného urbanizovaného území, představuje zcela výjimečný zatěžovací provozní stav pro toto území a pro všechny prvky v něm, který z pohledu užívaných postupů návrhu, postupů realizace i způsobů provozu všech prvků technického vybavení urbanizovaného území v něm se nacházející neměl vlastně nikdy nastat. Technické normy či jiné podklady takový specifický a svým způsobem příliš extrémní zatěžovací stav nevymezují jako směrodatný (závažný, reprezentativní) pro dimenzování technických parametrů a dalších opatření. Přestože se jedná o důsledky působení živlu (jakákoli zdůvodňování a dokazování i jiného čistého přímého zavinění vzniklých škod jsou obvykle právně neschůdná), i přesto lze vést úvahy na téma: stupeň spoluzavinění spolupůsobením při vzniku škod, tj. na téma: stupeň spoluviny vylepšením podmínek pro účinnější působení živlu.

V případě škod na místních komunikacích lze na základě dosavadních zjištění (dle tuzemských i zahraničních informačních zdrojů) odhadovat následující průměrné podíly viníků na jejich vzniku (včetně uvedení stručného zdůvodnění):

- 10 – 40 % projektanti, zhotovitelé a správci místních komunikací (svými chybami, nepozorností, nedbalostí);
- 20 – 50 % střídající se managementy města v dlouholetém účinkování (nedůsledností a neřazením procesů preventivní technické koordinace ve veřejném prostoru a ve veřejném zájmu; vyskytující se diskontinuitou zodpovědnosti a důsledností);
- 10 – 15 % projektanti, zhotovitelé a provozovatelé vedení technického vybavení (svými chybami, nepozorností, nedbalostí, nedůsledností);
- 15 – 30 % dopravci a další uživatelé místních komunikací, zejména ti, kteří zapříčiňují jejich zvětšené až neúměrné zatížení a dále konkrétní fungující doprava v území jako opakující se zdroj otřesů a vibrací;
- 0 – 10 % další viníci, lze-li dostatečně prokázat jejich spoluzavinění.

Podíly je pravděpodobně možné v jednotlivých případech vymezit přesněji na základě dostatečných podkladů, nejlépe formou dohody všech zúčastněných (budou-li ochotni se vůbec dohadovat, jakkoliv by měli), tj. konkrétně upřesnit výsledná zjištění, následně je i potvrdit všemi zainteresovanými (konkrétně po zpřesnění situace pro každou ulici, pro každý úsek). Výši podílů zavinění škod lze též vázat na očekávaná a následně dostatečně potvrzená zjištění při vlastní likvidaci škod.

Svůj podíl spoluzavinění škod na místních komunikacích a v jejich podzemí, i škod jiných typů ve městech a obcích, mají při všem i ne zcela ideální, tj. např. nedostatečně zkoordinované legislativní a další podklady. Lze opět stručně uvést alespoň několik nejvýraznějších příkladů.

Zdánlivě elegantně jednoduše, ale přesto konfliktním a v praxi neřešitelným způsobem, upravil svůj vztah k veřejnému prostoru a ke všemu zde existujícímu resort dopravy prostřednictvím svého zákona č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích v platném znění. Filosofie tohoto zákona je postavena na ztotožnění pojmů veřejný prostor a prostor místní komunikace, které v § 25, odstavci 4 vyúsťuje v taxativní vymezení zvláštního užití místní komunikace.

Za zvláštní je zde paradoxně a účelově označeno téměř vše, co je ve veřejném prostoru zcela běžné a normální (např. též umístování všech vedení a objektů inženýrských sítí). V důležitém § 35, odst. 1 o zdrojích rušení provozu na pozemních komunikacích a o zdrojích ohrožování pozemních komunikací jde o jednostrannou a současně nedůslednou úpravu, diktát jakési nedotknutelnosti bez toho, aby byla především preventivně připravena a prosazena systémová opatření (není zřetelně definováno rozhraní mezi oběma typy zdrojů). Důsledkem § 35 odst. (1) může v praxi být jen pochybná a málo efektivní a málo perspektivní improvizace.

V našich podmínkách (speciálně v ČR) se potom ukazuje jako zcela výjimečná situace ta, která vzniká v souvislosti s aplikací zákonných ustanovení o ochranných a bezpečnostních pásmech

pro všechno možné i nemožné. Ve veřejném prostoru pak jakoby funguje mnoho ochranných pásem, která se i vícekrát navzájem překrývají a stávají se tak z prostého logického i fyzikálního hlediska nesmyslem. Nikdo se zatím nepokusil vysvětlit, co vlastně je a jak chráněno v tomto násobně se překrývajícím prostoru a podle jakých priorit?

Vymezování a vyhlášení ochranných či bezpečnostních pásem se v posledních letech stává jakousi módou (z pozice navrhovatelů pak je z jejich hlediska, nikoliv hlediska veřejného zájmu, paradoxně usilováno co nejlépe zaštitit a posvětit své resortní zájmy, pokud možno, rovnou zákonem). Tato problematika obecně spadá do sektoru tzv. území se zvláštním zřetelem. Protože v některých případech nelze zpochybnit oprávněnost zvláštního zřetele, nelze zpochybnit ani zákonné prostředky pro tyto účely použité. V některých jiných případech se přesto ukazuje, že jsou ochranná a bezpečnostní pásma rozhodována a vymezována uměle jen jako jednostranná reakce na zásadní prostorové problémy a nekoordinaci vyústující v potenciální riziko vzájemného poškozování věcí jednotlivých správců podzemních a dalších staveb včetně staveb typu vedení technického vybavení a typu pozemních komunikací. Jde vždy o jakýsi bič na ty druhé bez snahy o věcné řešení existujících problémů v pozadí. Vyhlášení rozsahem neúměrných ochranných a bezpečnostních pásem lze také charakterizovat jako reakci na situaci nedostatečné prostorové koordinace formou nesystémových opatření, tj. opatření, která nepostihují podstatu problému.

Potíže většího rázu ve veřejném prostoru lze brzy očekávat v případě dopadů nového pojetí a úprav pojmů vodovodní přípojka a kanalizační přípojka podle zák. č. 274/2001 Sb. a vyhlášky č. 428/2001 Sb. v platném znění (tyto přípojky jsou prakticky v celé své délce prohlášeny výhradně za privátní). Toto narušení jednotného chápání vedení 4. kategorie podle ČSN 73 6005 nepřináší z technického a koordinačního hlediska nic dobrého. Přípojky budou intenzivněji chátrat a stanou se tak i nebezpečnější pro své okolí. Právní pozadí pro technické řešení, organizaci a provoz veřejného prostoru sídel vykazuje v podmínkách ČR zatím mnoho nelogičností. Upřednostňuje zájmy resortů, lépe řečeno zájmy monopolních podnikatelských struktur v jejich rámci působících, které zde prostřednictvím svých prvků technické obsluhy finalizují své aktivity a zájmy. Sídla se všemi klienty, které obsluhují, tak vlastně ovládají jako svá rukojmí.

Potvrzením výše řečeného bývají konkrétní, zcela ukázková stanoviska provozovatelských společností inženýrských sítí, ve kterých se nehlásí k jakémukoliv spoluzavinění škod. Nelze se vůbec divit, že reagují, jak reagují. Zcela přirozeně využívají výhod vyplývajících z postavení silnějšího podle platných zákonů. Stávající právní prostředí jim to zatím usnadňuje.

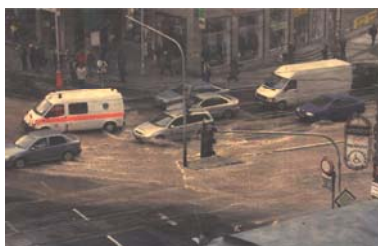
Neblahé důsledky na stav vedení technického vybavení a dalších objektů může mít příliš rychlé obnovení dopravního provozu po odeznění povodně v inundačním území a v jeho sousedství (ulice ve zvýšené míře přesycené vodou ve svém podloží jsou v té době a jistou dobu i potom velmi zranitelné). Nezanedbatelná je rychlost zaplavení a vzdouvání vody, doba trvání vzduť (v území aktivní inundace též rychlost proudění vody), tj. svou významnou roli hrají časové souvislosti a parametry zaplavení, stejně tak i časové souvislosti a parametry procesu prázdnění inundačního prostoru.

S největší pravděpodobností dochází zejména v počátečním stádiu vzdouvání vody (než dojde např. k vyrovnání hladin v zóně mimo aktivní inundaci) k pohybu jemnějších i hrubších podílů zeminy z povrchové vrstvy směrem k drenážním prvkům v podzemí, tj. zejména směrem k místům netěsností kanalizace, směrem k místům starých dutin v podzemí (kavern, existujících zde již dříve z různých důvodů). V koncové fázi pak (při poklesu hladiny vody v recipientu a při návratu vzduté vody z inundačního území do svého koryta) dochází pravděpodobně k dalšímu intenzivnějšímu pohybu materiálů v podzemí (uvolněné a nadlehčené částice jsou snáze manipulovatelné) a probíhá též dodatečná nezanedbatelná konsolidace zeminy v povrchové vrstvě. Následné uspěchané obnovení dopravního provozu pak může rovněž tuto konsolidaci dále lokálně a heterogenně zintenzivnit (v takových případech dochází k dotváření struktury a ke změnám konsistence zeminy v povrchové vrstvě i v dalším relativně delším časovém období, např. též již i s účinkem mrazu nastupujícího zimního období apod.).

Nyní je též žádoucí nabídnout alespoň několik konkrétních příkladů (těch nikoliv banálních; ty banální nám jsou obvykle s nepřesným komentářem předváděny v TV):

- V prostoru centrální části hl. m. Prahy byla historicky jistá funkční síť vodotečí. Ty tam dnes nejsou vizuálně patrné. Zůstaly však někde dole technicky neošetřené. Našly si však své cestičky minimálních hydraulických odporů a hledají si je i nadále se změnami, ke kterým dlouhodobě i nyní v podzemí dochází. Průvodním jevem pak je častější vzdouvání a poklesy hladiny podzemní vody a další jevy s nimi související. V době srpnové povodně r. 2002 byl např. průkazně zasažen kolektor C1A (součást kolektorů centrum), a z toho pak tedy vyplývá, že musela být v podzemí podobně zasažena a nesporně ovlivněna i celá oblast navazujícího centra včetně Vodičkovy ulice. Lze tak pravděpodobně i toto vnímat jako jeden z argumentů, vysvětlujících příčiny neúměrně rozsáhlé destrukce veřejného prostoru v ulici Vodičkova 26. 1. 2005, vysvětlované jinak havárií vodovodního řádu DN 200 v kombinaci na tehdy probíhající realizaci kolektoru Vodičkova (ta však byla pečlivě připravena a stejně pečlivě i monitorována s výsledky, které nepotvrdily spoluzavinění).
- Opakovaně se též potvrzuje, že jsou toky podzemní vody v centrální části hl. m. Prahy (i jinde) vydatně dotovány z netěsných vodovodních řadů a netěsné kanalizace (většina stok systému jednotné kanalizace zde pak též funguje ve větším rozsahu neplánovaně v tlakovém režimu proudění), což není dobré a není v souladu s příslušnými ustanoveními platných ČSN a ČSN EN, které jednoznačně požadují jejich trvalou vodotěsnost (ČSN 75 5401, ČSN 75 5411, ČSN EN 752-1 až 7, ČSN 75 5911, ČSN EN 1610, ČSN 75 6909...). Znám je též opakovaný případ pohybu konstrukce kolektoru v dolním prostoru Václavského náměstí – Můstek nahoru a dolu v prokazatelné závislosti na stavu poruchovosti vodovodních řadů v jeho okolí.
- Dostatečně znám je i případ havárie vodovodního řádu na tz. severojižní magistrále v centru Prahy. Tento případ pak může posloužit jako případ umělého povodňového stavu ve veřejném prostoru. Šlo o havárii nadřazeného litinového řádu DN 900 z r. 1908

převádějící vodu z nadřazeného vodojemu Flóra do vodojemu Karlov (odhadem údajně vytékal proud vody cca 1 m³/s, celkem cca 2 000 až 3 000 m³). Provoz tohoto řadu se podařilo údajně zastavit až cca po jedné hodině. Množství ztracené vody bylo tedy pravděpodobně větší. Dovětkem může pak být připomenutí zásady, že důležité nadřazené vodovodní řady s velikými hodnotami DN by měly být trasovány jen v použitelných (po kontrole) obslužných komunikacích a samozřejmě by měly být včas obnovovány (měly by být též preventivně prověřovány tzv. náhradní odvodňovací trasy a včas učiněny příslušné kroky, vedoucí k nápravě).

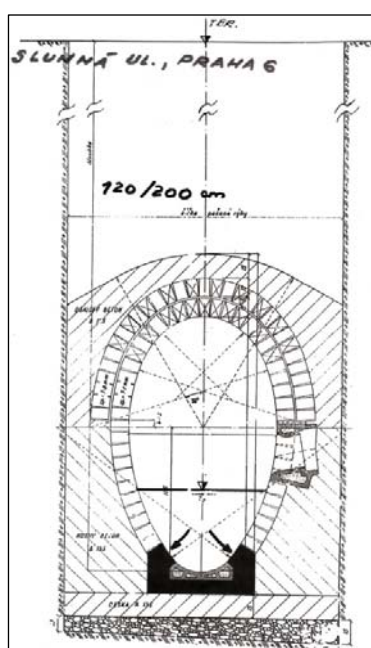


Obr. 1 až 3 Dopravní kolaps, 27. 1. 2006 v centru havarovalo potrubí; u křižovatky ulic Sokolská a Rumunská, nedaleko náměstí I. P. Pavlova, včera před polednem prasklo vodovodní potrubí a zastavilo dopravu na severojižní magistrále v centru Prahy; z havarovaného vodovodního řadu o průměru DN 900 vytékalo cca tisíc litrů vody za vteřinu; na snímcích křižovatka Sokolské a Ječné. Šíp, 28. 1. 2006

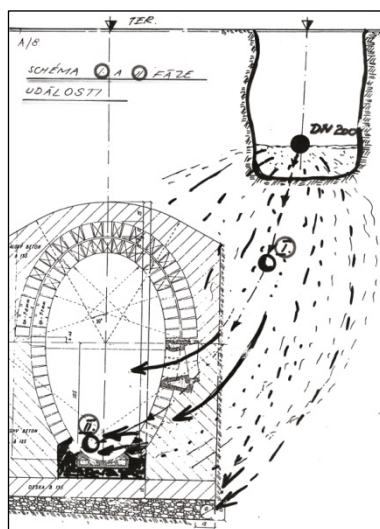
- Velmi poučná svým způsobem havárie se stala ve Slunné ulici, v Praze 6, viz *obr. 4 a 5*. Po období častých jarních dešťů v roce 1990 zde došlo k havárii vodovodního řadu DN 200 (litina) s tím, že po obnažení tohoto potrubí v místě havárie se zjistilo, že chybí 2 m potrubí (malý zázrak nebo záhada?), avšak nikoho to příliš tenkrát nevzrušovalo. Při opravě tohoto

řadu byl pouze nahrazen i onen chybějící dvoumetrový kus potrubí. Přibližně po roce pak došlo k havárii blízké kmenové stoky vejčitého tvaru 120/200 cm ve Slunné ulici a onen chybějící dvoumetrový úsek vodovodního řadu DN 200 se našel uvnitř havarované stoky! Příčina, opakující se velmi často: současná netěsnost vodovodů a kanalizace s přičiněním (v tomto případě) chybné betonové konstrukce spodní části vejčitého profilu stoky ve velikém sklonu, kdy její abrazi a následně i destrukci způsobily hrubé disperzní částice v odpadní vodě.

Poučení: Důležité průchodné a průlezné stoky by měly být častěji a důsledně kontrolovány. Již chybějící kus vodovodního potrubí rok předtím byl jakýmsi signálem, že není cosi v pořádku. Poučení: Stav nouze v souvislosti s vodou, jak se opakovaně v praxi potvrzuje, nemusí být jen v blízkosti vodních toků, v jejich inundačním území!



Obr. 4 Schéma konstrukčního řešení kmenové stoky ve Slunné ul. v Praze 6



Obr. 5 Druhá a třetí fáze události

- Citlivými prvky v urbanizovaném území při působení povodňových stavů jsou např. též kolektory či metro, příslušné jejich úseky vyskytující se v inundačním území. To se potvrdilo též při srpnové povodni v r. 2002 i v Praze. Jakkoliv kolektory zde obstály výrazně lépe než metro, tak šlo v obou případech o nemalé škody. Následně pak bylo třeba reagovat realizací příslušných opatření. Z praktického hlediska se pak jako důležitý poznatek a zkušenost vyspělého zahraničí ukazuje to, jak je důležité provozně včas zareagovat včasným vědomým zaplavením rizikových prostor v podzemí (kolektorů, metra, podzemních podlaží objektů, suterénů atp.) čistou vodou a nepřipustit jejich zatopení vodou znečištěnou, produkovanou povodní.
- Jiným, často se vyskytujícím příkladem včasného nezvládnutí situace či špatného zareagování na podmínky zadání s důsledkem vzniku lokálních minipovodní, je příklad chybného řešení trasy silničních komunikací vstupující do území intravilánu sídel. Často samy o sobě a prostřednictvím svých odvodňovacích rigolů přivádějí tzv. cizí odpadní vody z extravilánu do intravilánu sídel. Za vysloveně chybné řešení pak je možné považovat trasování místních komunikací v území s dřívější důlní činností, kde závalové procesy v prostoru starých důlních děl v úrovni terénu nad nimi následně vyvolávají vznik poklesové kotliny (bezodtokové terénní deprese) většího plošného rozsahu, aniž by bylo adekvátně na tuto okolnost reagováno. *Obr. 6* ukazuje neblahé důsledky takového případu v blízkosti nového nákupního centra OC Kaufland v Horním Litvínově.
- Jistě by bylo možné nabízet celou řadu dalších podobných konkrétních příkladů. Jako povinnost se však jeví nezapomenout připomenout i tzv. bleskové povodně. Ty jsou však prezentovány prostřednictvím masmédií obvykle jako atrakce bez dostatečného rozboru faktických jejich příčin, jakkoliv jde především o příčinu v podobě výrazných změn poměru ploch se zpevněným a nezpevněným povrchem včetně jiných dalších úprav povrchu terénu a antropogenních vlivů v urbanizovaném území.

Rekapitulace poznatků

- V případě sídel v ČR postižených povodní 8/2002 (i těch před a po r. 2002) se vedle škod na objektech (budov, průmyslových hal, areálů apod.), nacházejících se v inundačním území, objevily a objevují i další škody na stavbách a objektech jiných typů, např. na pozemních komunikacích (zejména na mostech) a na ostatních objektech a stavbách inženýrských sítí lokalizovaných ve veřejném prostoru. Tyto škody mohou být co do rozsahu a svého dopadu (na funkci a chod sídla dlouhodobě) významnější a může být náročnější i postup jejich identifikace, vyhodnocování, jejich vyčíslení ve finančních jednotkách i postup rozhodování, jak tyto škody postupně eliminovat a odstraňovat, jak jim preventivně a účinně čelit.
- Nelze snadno od sebe oddělit to, co se dlouhodobě odehrává v daném území, dlouhodobě před povodňovou událostí, v průběhu povodně a následně. Proto je i důležité zakládat právě pro tyto účely odpovídající systém trvalého monitorování stavu urbanizovaného území a

zejména pak stavu potenciálně konfliktního veřejného prostoru v něm (včetně dění v podzemí).

- Větší pravděpodobnost výskytu extrémních hydrologických situací a následně extrémních projevů odtokových režimů ve vodních tocích se stává realitou, kterou je třeba brát vážně. Za rozumný postup v úseku inženýrských sítí, nacházejících se v inundačním území větších vodních toků, lze proto považovat důkladnější cílený jejich preventivní průzkum, sledování a prověření tohoto rizikového území (včetně využití cenných poznatků ze srpnové povodně r. 2002 v ČR, letní povodně r. 1997 na Moravě a dalších) a dále pokračující návrh rozumných preventivních programových opatření a jejich postupnou realizaci (včetně průběžného vyhodnocování výsledků).
- Jedním z mála nástrojů, které lze použít k udržení preventivního pořádku ve veřejném prostoru měst a obcí a tak zachovat naději na jeho kvalitní funkci a vzhled, zůstává územní plán (jeho regulativy; s jejich pomocí si lze pravděpodobně vynutit i lepší spolupráci všech zúčastněných a zainteresovaných při odstraňování a nápravě škod po povodních včetně participace finančními zdroji).
- Doporučit lze též postupnou a důslednou kompletaci databáze technického stavu území (mj. s využitím moderních postupů tvorby technických map sídel a postupnou tvorbou moderních nástrojů Facility Management dopravní a technické infrastruktury atd.) i na úrovni vedení města či obce, samozřejmě pak na úrovni všech správců technického vybavení území.

Literatura, podklady

- [1] Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) v platném znění.
- [2] EICHLER, CH. *Instandhaltungstechnik*, Berlin: VEB Verlag Technik, 1985.
- [3] STEIN, D., NIEDEREHE, W. *Instandhaltung von Kanalisationen*, Berlin: Ernst&Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften, 1992.
- [4] ŠRYTR, P. a kol. *Městské inženýrství (1), (2) Technický průvodce ČMT*, Praha: ACADEMIA, ČKAIT, 1999, 2001, ISBN 80-200-0633-X).
- [5] HLAVÍNEK, P., MIČÍN, J., PRAX, P. *Příručka stokování a čištění*. Brno: Vydavatelství NOEL 2000 s. r. o., 2001. ISBN 80-86020-30-4.
- [6] KREJČÍ, V. a kol. *Odvodnění urbanizovaných území, koncepční přístup*. Brno: Vydavatelství NOEL 2000 s. r. o., 2002, ISBN 80-86020-39-8.
- [7] ŠRYTR P. a kol. *Odvodňování malých obcí a okrajových částí měst*, Professional Publishing, VŠB-TU Ostrava, 2011, ISBN 978-80-7431-076-8.

- [8] Asociace pro vodu ČR a FSv ČVUT v Praze: *Jak hospodařit s dešťovou vodou na soukromém pozemku*, Praha: Ústav pro ekopolitiku, r.p.s., 2009, ISBN 978-80-87099-06-3.
- [9] TP103 *Navrhování obytných a pěších zón-Technické podmínky*, MD ČR-OPK, vyd. KAURA publishing, 2008, ISBN 80-902527-0-2.
- [10] ŠRYTR P. *Výpadky (poruchy a havárie) inženýrských sítí z hlediska udržitelného rozvoje*, FSv ČVUT v Praze, K126, 2009, ISBN 978-80-01-04289-2.
- [11] Soubor právních, technických a dalších předpisů z oblasti technické infrastruktury.

PŘÍSTUP ORGÁNŮ VEŘEJNÉ SPRÁVY A SOUKROMÝCH SUBJEKTŮ K PROTIPOVODŇOVÝM OPATŘENÍM V ČR

Jana Peterová³³, František Kuda³⁴

Abstrakt

Příspěvek se zabývá koordinovaným přístupem orgánů veřejné správy a soukromých subjektů k protipovodňovým opatřením v ČR. Organizace zabývající se povodňovou prevencí se zbývají především koncepčními řešeními a s tím souvisejícími územně plánovacími předpoklady rozvoje obcí a měst. Povodně jsou složitým fenoménem a pro komplexní koordinovaný přístup je třeba k řešení této problematiky je nutné zapojit velké množství organizací.

Úvod

Povodňové nebezpečí, ohrožující obyvatele měst a jejich majetky, je bohužel v současné době tématem navýsost aktuálním. Loni uplynulo právě deset let od dramatických chvil, kdy Prahu a celé Čechy zasáhla 500 letá povodeň. Vlna katastrofálních povodní, která sužuje celý svět na přelomu druhého a třetího tisíciletí je patrně důsledkem nekoordinovaného využití městských údolních niv v období průmyslových revolucí. Řešení problematiky povodní spočívá mimo jiné nejen v okamžitých stavebně technických opatřeních, ale i v koncepčních řešeních a s tím související územně plánovací předpoklady rozvoje obcí a měst. Jedním z hlavních cílů řešení této problematiky je rámcově popsat zásady ochrany měst ohrožených povodněmi a na praktických příkladech naznačit strategii urbanistického rozvoje těchto měst. Na příklad v Praze vznikl světově unikátní systém stacionárních i mobilních protipovodňových opatření, který uznávají mezinárodní odborníci a který je městem neustále díky pravidelným cvičením a kontrolám obhospodáván tak, aby metropoli před příští podobnou živelnou katastrofou spolehlivě ochránil. Území zničená povodní dostala zcela novou podobu a rekonstrukční práce jim vdechly nový život.

Povodně jsou na našem území velkým problémem. Nejen ty velké zasahují do rozsáhlého území jako v letech 1997 a 2002. Velký vliv na krajinu a mnoho materiálních škod působí povodně

³³ Ing. Jana Peterová, Fakulta stavební VŠB-TU Ostrava, Katedra městského inženýrství, L.Poděště 1875, 708 33 Ostrava-Poruba, tel.59 732 1930, e-mail: jana.peterova@vsb.cz

³⁴ Doc. Ing. František Kuda, CSc, Fakulta stavební VŠB-TU Ostrava, Katedra městského inženýrství, L.Poděště 1875, 708 33 Ostrava-Poruba, tel.59 732 1934, e-mail: frantisek.kuda@vsb.cz

menšího lokálního charakteru, které přicházejí pravidelně na jaře a po vydatnějších deštích. Na našem území jsou povodně způsobeny mnoha faktory. Jak přírodními vlivy (hornatá krajina, mnoho menších potoků) tak i lidskými vlivy (rozsáhlá nevhodná úprava vodních toků, velké odlesněné plochy). Lidské vlivy jsou jistě nezanedbatelné, proto je velmi důležité se naučit s nimi žít a vhodnými zásahy do krajiny nejen upravit riziko povodní, ale i pokud možno co nejvíce minimalizovat jejich škodlivé účinky. Proto se ČR připojila k celoevropskému Operačnímu programu životního prostředí v rámci Prioritní osy 1 – Zlepšování vodohospodářské infrastruktury a snižování rizika povodní. V rámci tohoto programu je na našem území probíhá mapování povodňových rizik. Je vypracována metodika předběžných vyhodnocení povodňových rizik. Program byl zpracován do směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/60/ES o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik (povodňová směrnice).

Metodika předběžného vyhodnocení povodňových rizik v ČR

Než se přistoupí k mapování oblastí postižených povodněmi, je vhodné provést analýzu povodňových rizik. Riziko lze definovat jako pravděpodobnost jevu krát cena za jev. Z definice je zřejmé, že větší riziko hrozí obydleným oblastem nežli extravilánu. Proto byla v rámci řešení směrnice evropského parlamentu vypracována Metodika předběžného vyhodnocení povodňových rizik v ČR.

Hlediska hodnocení

Základní

Jako základní hlediska hodnocení byly zvoleny dvě kritéria. Prvním hodnocením je počet trvale bydlících osob dotčených projevem povodní. Druhým hlediskem je hodnota majetku, která může být vystavena vlivu povodní. Je zřejmé, že tyto vlivy je nutno hodnotit z pohledu n-leté povodně. Pro posouzení je vhodné vzít v úvahu účinky pěti, dvaceti a 100leté vody. Pro komplexní hodnocení je však vhodné vzít i jiné varianty povodní.

Pomocná

Pokud povodeň zasáhne městskou zástavbu, není jediným rizikem vliv vody. Velký vliv jak na obyvatelstvo, tak na životní prostředí může mít povodňové poškození průmyslových nebo chemických závodů. Jak ukázaly zkušenosti z velkých povodní na našem území, tak i v cizině. Při poškození těchto objektů může být jejich negativní vliv na okolí mnohem větší než negativní vlivy povodně. Proto byl tento vliv zanesen jako pomocné kritérium hodnocení. Mezi důležité objekty v městech se řadí také památkově chráněné objekty. Povodňové negativní vlivy na tyto objekty mohou být mnohem větší díky jejich jedinečné stavební konstrukci, která je mnohdy i několik století stará. Finanční nároky na obnovu se pohybují v jiných rozmezech než u obyčejných objektů. Proto byly památkově chráněné objekty dány jako další pomocné kritérium hodnocení.

Zdroje pro hodnocení

Celkové vyhodnocení povodňových rizik je komplikovanou záležitostí vyžadující mnoho datových podkladů. Jako podklady pro základní charakteristiky slouží:

- velikost záplavových území,
- počty trvale bydlících osob dotčených povodňovým nebezpečím,
- hodnota majetku dotčeného projevy povodňového nebezpečí.

Velikost záplavových území je hlavním a nejdůležitějším podkladem. Tento podklad vymezuje rozsah území podléhající analýze. Samozřejmě je rozsah nutno kalkulovat pro jednotlivé n-leté povodně. Tyto data poskytuje VÚV TGM.

Počty trvale bydlících osob dotčených povodňovým nebezpečím je dalším velmi důležitým faktorem pro celkové vyhodnocení. Jako podklad pro kalkulaci slouží geografická vrstva budovy z Registru sčítacích odvodů poskytovaných Českým Statistickým Úřadem.

Posledním zdrojem pro hodnocení je hodnota majetku dotčeného projevy povodňového nebezpečí. Výpočet této hodnoty se skládá ze tří podkladů. Zaprvé jsou to hodnoty výše fixních aktiv v zasaženém území vyplývajících opět z dat ČSÚ. Jedná se o součet hodnot movitého i nemovitého majetku. Druhým podkladem jsou velikosti zastavěných ploch a délky silniční dopravní infrastruktury. Třetím podkladem sloužícím k výpočtu hodnoty majetku jsou objekty geodatabáze ZABAGED poskytovaných ČÚZK.

V rámci pomocných hledisek hodnocení slouží za hlavní podklady pro posouzení potenciálních zdrojů nečistot Integrovaný registr znečištění a Registr průmyslových zdrojů znečištění. Integrovaný registr znečištění je vypracováván a spravován Ministerstvem životního prostředí na základě každoročních hlášení firem o únicích nebezpečných látek. Registr průmyslových zdrojů znečištění spravuje VÚV TGM. Významné kulturní památky se hodnotí na základě podkladů poskytovaných Národním památkovým ústavem. Podklady pojednávají hlavně o lokalizaci těchto památek a o jejich ohodnocení z hlediska povodní na základě úvah odborníků NPÚ.

Postup vymezení ohrožených oblastí

V rámci projektu je vypracován postup vymezení ohrožených oblastí. Jedná se o výčet všech činností nutných k vyhledání a analýze ohrožených území. V brožůře projektu [6] jsou tyto kroky vymezeny jako:

1. krok

Kvantifikace parametrů základních hledisek - byla provedena pro jednotlivé scénáře povodňového nebezpečí, tj. výpočet počtu trvale bydlících osob v dotčených obcích a hodnoty majetku dotčeného rozlivy. K výpočtu hodnoty majetku byly využity jednotkové hodnoty skupin fixních aktiv (údaje pro ČR za rok 2006).

2. krok

Určení kritérií pro vymezení významného povodňového rizika. V rámci jednání mezirezortní pracovní skupiny (Ministerstvo životního prostředí, Ministerstvo zemědělství) pro implementaci Povodňové směrnice v ČR bylo odsouhlaseno pro první výběr oblastí s významným povodňovým rizikem kombinované kritérium pro uváděná dvě základní hlediska: 25 a více obyvatel dotčených povodňovým nebezpečím za rok v obci anebo 70 a více mil. Kč hodnoty majetku dotčeného povodňovým nebezpečím za rok. Vymezení úseků toků v katastru obcí překračující zvolené parametry základních hledisek.

3. krok

Byly lokalizovány zdroje znečištění (IRZ, RPZZ) v záplavových územích. Do výběru z kroku 2 byly přidány ty úseky toků, které se jeví jako potenciálně rizikové z pohledu možného znečištění při povodních.

4. krok

Zohlednění přítomnosti významných kulturních památek v záplavovém území. Využity byly pouze informace o lokalizaci národních kulturních památek, chráněných územích (městské, vesnické a archeologické památkové rezervace a zóny).

5. krok

Vymezení úseků toků v oblastech s významným povodňovým rizikem – 1. etapa (rok 2010) a 2. etapa (březen 2011).

Tyto kroky dávají jasné určení ohrožených oblastí, které je potřeba podrobněji zpracovat pomocí mapovacích podkladů.

Mapování povodňových rizik v ČR

Definice pojmů

Pro lepší pochopení systematiky celého operačního programu je nutno vysvětlit dále používané pojmy:

Povodňové nebezpečí – charakterizuje stav s potenciálem způsobit nežádoucí následky (povodňové škody) v záplavovém území. Povodňové nebezpečí lze definovat také jako „hrozbu“ události (povodně), která vyvolá např. ztráty na lidských životech, škody na majetku, přírodě a krajině. Kvantifikace povodňového nebezpečí se provádí na základě hodnot charakteristik průběhu povodně. [3]

Zranitelnost území – vlastnost území, která se projevuje jeho náchylností k poškození a škodám v důsledku malé odolnosti vůči extrémnímu zatížení povodní, tj. v důsledku tzv. expozice. [3]

Povodňové riziko – je vyjádřeno nejčastěji jako kombinace pravděpodobnosti výskytu nežádoucího hydrologického jevu (povodně) a odpovídajících potenciálních povodňových škod.

Pojem vyjadřuje syntézu účinků povodňového nebezpečí, zranitelnosti a expozice.[3]

Tyto pojmy jsou obsaženy ve všech oficiálních materiálech, a proto je vhodné se s nimi seznámit.

Hodnocení povodňového rizika

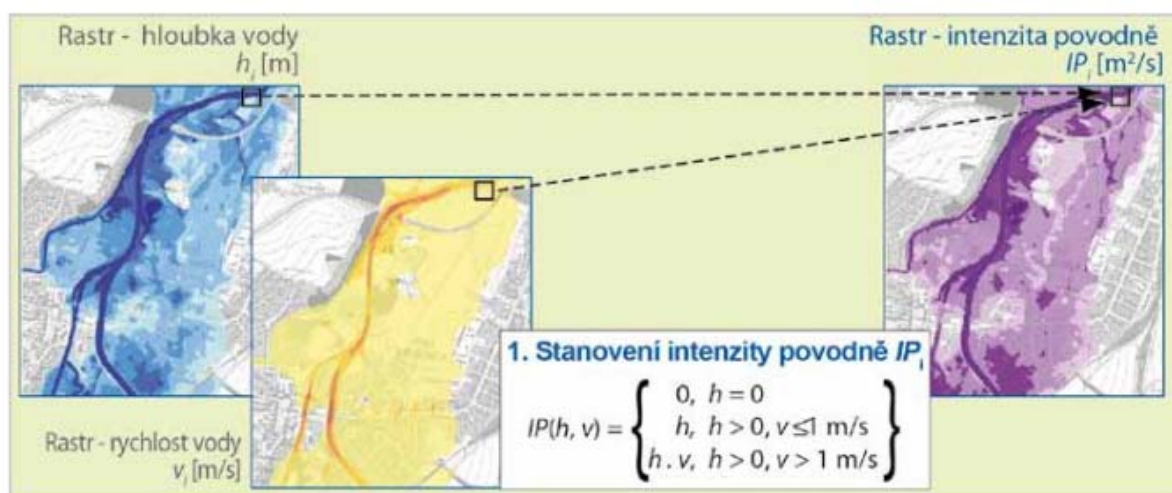
Pro potřeby operačního projektu byla vypracována metodika hodnocení povodňového rizika. Metoda je založena na rozdělení území. Jedná se o jednoduchou metodu, která je založena na vyhodnocení hydraulického modelování. Pro jednotlivé hodnocené řeky v zájmovém území se určí průtočné charakteristiky a oblast zatopení pro povodně, kdy průtok dosahuje hodnoty 5, 20, 100 a 500leté vody. Po získání vstupních dat se v rámci metody postupuje následujícími kroky:

- kvantifikace povodňového nebezpečí – výpočet intenzity povodně,
- stanovení povodňového ohrožení pomocí matice rizika,
- určení ploch s nepřijatelným rizikem.

V prvním bodě je nutné rozdělit hodnocené území na rastr. Do každého rastru je nutné provést výpočet intenzity povodně IP . (obr. 1) V projektu je hodnota IP definována jako:

Intenzita povodně IP je chápána jako měřítko ničivosti povodně a je definována jako funkce hloubky vody h [m] a rychlosti vody v [m/s].

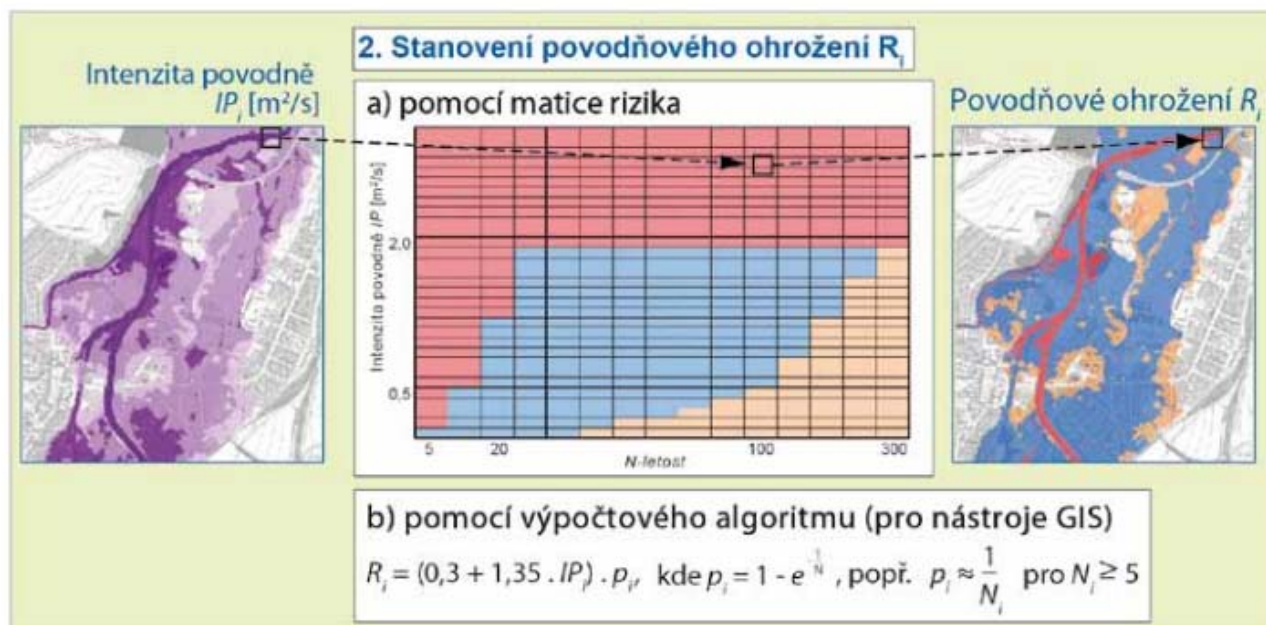
Na obr. 1 je zobrazen grafický princip zjišťování intenzity povodně součtem vypočtené hloubky vody a rychlosti vody v jednotlivých rastroch. Tímto součtem ve všech buňkách rastru získáme intenzitu povodně pro zájmové území odpovídající n -leté vodě. Výpočet provedeme pro všechny čtyři posuzované úrovně průtoků.



Obr. 1 Určení intenzity povodně IP [3]

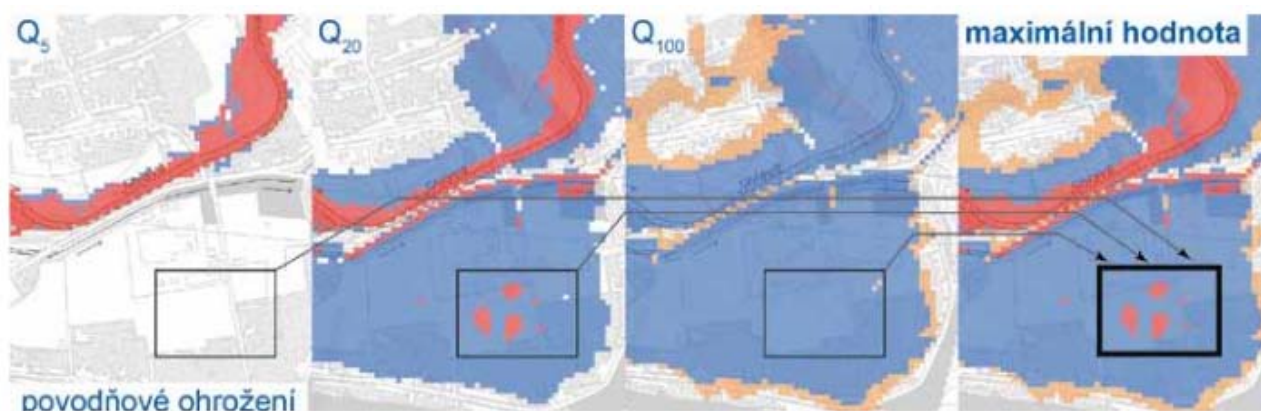
Dalším krokem pro zhotovení mapových podkladů je určení povodňového ohrožení R_i . Způsob výpočtu povodňového ohrožení je zobrazen na obr. 2. Existují dva způsoby zjištění povodňové-

ho ohrožení. První spočívá v určení matice ohrožení a její následné interakce s rastrovým modelem. Matice rizika určuje závislost Intenzity povodně IP na n -letosti povodně. Druhý případ je výpočet povodňového ohrožení podle vzorce na *obr. 2*. Ve vzorci platí, že IP je intenzita povodně příslušného rastru a p_i je pravděpodobnost výskytu n -leté vody.



Obr. 2 Stanovení povodňového ohrožení [3]

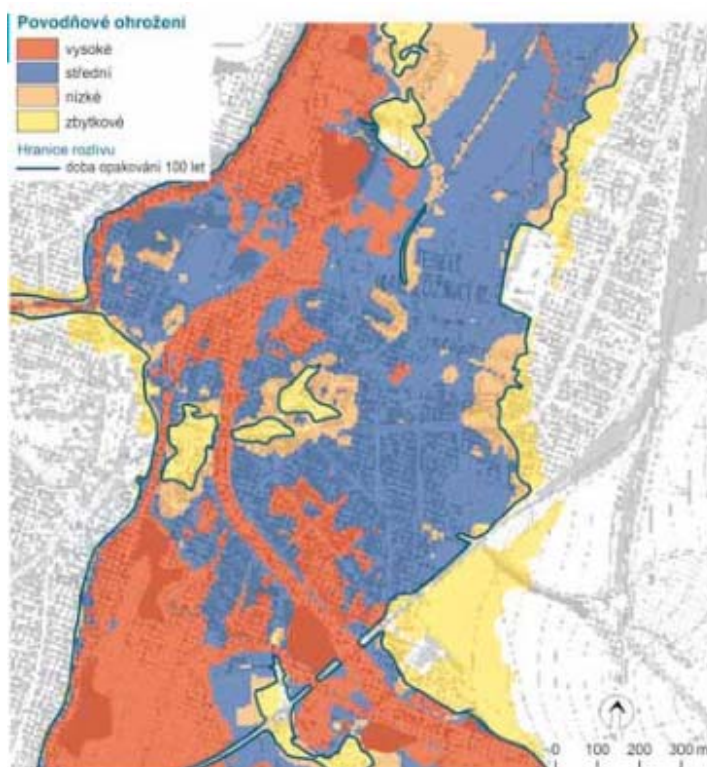
Posledním krokem pro zpracování map je určení maximálního průtoku pro daný rastr. Jedná se o maximální hodnotu získanou v dané buňce při výpočtu všech průtokových charakteristik pro všechny n -leté vody. Nemusí se jednat vždy o hodnoty odpovídající maximálnímu průtoku. Z *obr. 3* je zřejmé, že v oblasti označené černým obdelníkem jsou maximální hodnoty při průtoku 20leté vody a ne při 100leté vodě. Právě proto je důležité provádět výsledný mapový podklad z výpočtu maximálního povodňového ohrožení.



Obr. 3 Určení maximálních hodnot [3]

Mapa povodňového rizika

V rámci operačního programu jsou hodnoty maximálního ohrožení zpracovány do mapového podkladu, je vhodné, aby u všech řešených území v ČR byly barvy pro jednotlivé stupně povodňového ohrožení určeny. Barevná škála je zobrazená na obr. 4. Je zde zobrazen pohled na výsek výsledného povodňového ohrožení.



Obr. 4 Ukázka mapy povodňového ohrožení [3]

Takto zpracovaná mapa rozděluje území podle povodňového ohrožení, pro každé území bylo navrženo doporučení s ohledem na povodně. Tato doporučení jsou zobrazena v tabulce 1.

Tab. 1 Doporučení pro jednotlivé úrovně povodňového ohrožení [3]

Ohrožení R	Kategorie ohrožení	Doporučení
$R \geq 0,1$ or $IP \geq 2$	(4) Vysoké (červená barva)	Doporučuje se nepovolovat novou ani nerozšiřovat stávající zástavbu, ve které se zdržují lidé nebo umísťují zvířata. Pro stávající zástavbu je třeba provést návrh povodňových opatření, která zajistí odpovídající snížení rizika, nebo zpracovat program vymístění této zástavby.
$0,01 \leq R < 0,1$	(3) Střední (modrá barva)	Výstavba je možná s omezeními vycházejícími z podrobného posouzení nezbytnosti funkce objektů v ohroženém území a z potenciálního ohrožení objektů povodňovým nebezpečím. Nevhodná je výstavba citlivých objektů (např. zdravotnická zařízení, hasiči apod.). Nedoporučuje se rozšiřovat stávající plochy určené pro výstavbu.
$R < 0,01$	(2) Nízké (oranžová barva)	Výstavba je možná, přičemž vlastníci dotčených pozemků a objektů musí být upozorněni na potenciální ohrožení povodňovým nebezpečím. Pro citlivé objekty je třeba přijmout speciální opatření, např. traumatologický plán ve smyslu krizového řízení.
$p < 0,0033$ (tj. $N > 300$)	(1) Reziduální (žlutá barva)	Otázky spojené s povodňovou ochranou se doporučuje řešit prostřednictvím dlouhodobého územního plánování se zaměřením na zvláště citlivé objekty (zdravotnická zařízení, památkové objekty apod.). Snahou je vyhnout se objektům se zvýšeným potenciálem škod.

Doporučení jsou jasná a zřetelná. Pokud by se všechna doporučení realizovala, jistě by klesly nejen materiální ale i lidské škody napáchané povodně. Pokud se budou úřady řídit jen částečně těmito doporučení hlavně v zóně s vysokým ohrožením, pomůže to se zvládnutím povodňových situací a omezí se-li zcela eliminuje ztráty na lidských životech.

Pro oblast je důležité jak určit její povodňové ohrožení tak určit jaké je kategorie zranitelnosti území. Zranitelnost je nejlépe kvalifikována přijatelností rizika. Je zřejmé, že přijatelné riziko zatopení lesa je mnohem větší než u mateřské školy. Přehled přijatelných rizik pro jednotlivé druhy území jsou uvedeny v *tab. 2*.

Tab. 2 Přijatelné rizika pro jednotlivé území [3]

Přijatelné riziko	Kategorie zranitelnosti území
Vysoké	Lesy, zemědělská půda, zeleň
Střední	Sport a hromadná rekreace;
Nízké	Bydlení, Smíšené plochy, Občanská vybavenost, Technická a dopravní infrastruktura, Výrobní plochy a sklady;

Organizace zabývající se povodňovou prevencí

Povodně jsou složitým fenoménem a pro komplexní koordinovaný přístup. Řešení této problematiky je nutné zapojit velké množství organizací. Mezi nejdůležitější patří:

- VÚV TGM, v.v.i (Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, veřejná výzkumná instituce)
- ČHMÚ (Český hydrometeorologický ústav)
- Veřejná správa
- Česká protipovodňová asociace
- Soukromé subjekty komerční sféry (např. fa Koordinace)

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka (VÚV TGM) založen v roce 2006 na základě dlouhé tradice výzkumných ústavů vodohospodářských 1919. Podle zřizovací listiny [1] se ústav zabývá:

- výzkumem stavu, užívání a změn vodních ekosystémů a jejich vazeb v krajině a souvisejících environmentálních rizik, hospodařením s odpady a obaly;
- odbornou podporou ochrany vod, protipovodňovou prevencí a hospodařením s odpady a obaly.

Český hydrometeorologický ústav byl zřízen v roce 1953. Podle zřizovacího zákona [2] jsou úkoly ústavu zejména:

- Poskytovat povětrnostní informace včetně předpovědí počasí, vodních stavů a předpovědí pro zabezpečení leteckého provozu a provozu vodních děl, meteorologické, klimatologické a hydrologické podklady, posudky a dobrozdání a součinnost při protipovodňové službě.
- V souvislosti s činností uvedenou v předchozím bodě vyvíjet vědeckou a výzkumnou činnost v meteorologii, klimatologii a hydrologii, sledovat vědecký pokrok v těchto oborech, využívat výsledků domácího i cizího bádání ke zvýšení úrovně československé hydrometeorologické služby.

Orgány veřejné správy v protipovodňové prevenci používají hlavně podklady ve formě územních plánů a územně plánovací dokumentace.

Česká protipovodňová asociace je sdružení soukromých firem a výukových pracovišť. Cílem asociace je [4]:

- spolupracovat s orgány veřejné správy, odborníky a dalšími organizacemi ČR v oboru své působnosti a v této oblasti navazovat i mezinárodní kontakty, poskytovat konzultace, pořádat semináře, školení, sympozia, konference ke společné výměně zkušeností, ukázky protipovodňových opatření, napomáhat rozvoji nových poznatků a zvyšovat odbornou úroveň svých členů a hájit jejich zájmy.

Mezi nejdůležitější soukromé subjekty patří fa Koordinace. Firma byla založena po katastrofických povodních v roce 1997. Její hlavní činností je dodávání povodňových plánů. Za dobu své působnosti v oboru se firma vypracovala na vedoucí místo v České republice. [5]

Závěr

Cílem příspěvku bylo poukázat na možné přístupy k řešení protipovodňových opatření ke zvýšení zájmu zejména obyvatel České republiky o tuto problematiku.

Doporučené aktivity jsou zejména:

- vytvoření informačního baedekeru a propagační brožurky
- webové stránky
- redakční PR články
- účast na tuzemských i zahraničních konferencích,
- vytvoření prezentačního videa o důsledcích povodní, apod.

Správné vyhodnocení ušetří jak obcím tak investorovi, ale i národní ekonomice, nejen úsilí, ale také již tak omezené prostředky, které pak mohou být investovány či vloženy tam, kde to bude

smysluplné a efektivní. Jen na takovém základě také mohou být definovány v obcích a městech jasné cíle a stanovena míra zatraktivnění území.

Příspěvek byl realizován za finančního přispění MŠMT, podporou specifického vysokoškolského výzkumu Studentské grantové soutěže VŠB-TU Ostrava pod identifikačním číslem SP2013/87.

Zdroje

- [1] vuv.cz [online]. [cit. 2013-29-03]. Dostupné z: <http://www.vuv.cz/index.php?id=77>
- [2] portal.chmi.cz [online]. [cit. 2013-29-03]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/vn96-53.pdf>
- [3] Mapování povodňových rizik v České republice [online]. [cit. 2013-29-03]. Dostupné z:
- [4] http://www.vuv.cz/fileadmin/user_upload/pdf/Povodne/Brozura_MapyRizik_cz_www.pdf
- [5] Povodne.cz [online]. [cit. 2013-29-03]. Dostupné z: <http://www.povodne.cz/o-cppa/>
- [6] Koordinace.cz [online]. [cit. 2013-29-03]. Dostupné z: <http://www.koordinace.cz/>
- [7] Metodika předběžného vyhodnocení povodňových rizik v České republice [online].
- [8] [cit. 2013-29-03]. Dostupné z: http://www.vuv.cz/fileadmin/user_upload/pdf/Povodne/Brozura_PFRA_cz_www.pdf

DOPRAVNÍ STAVBY A POVODNĚ

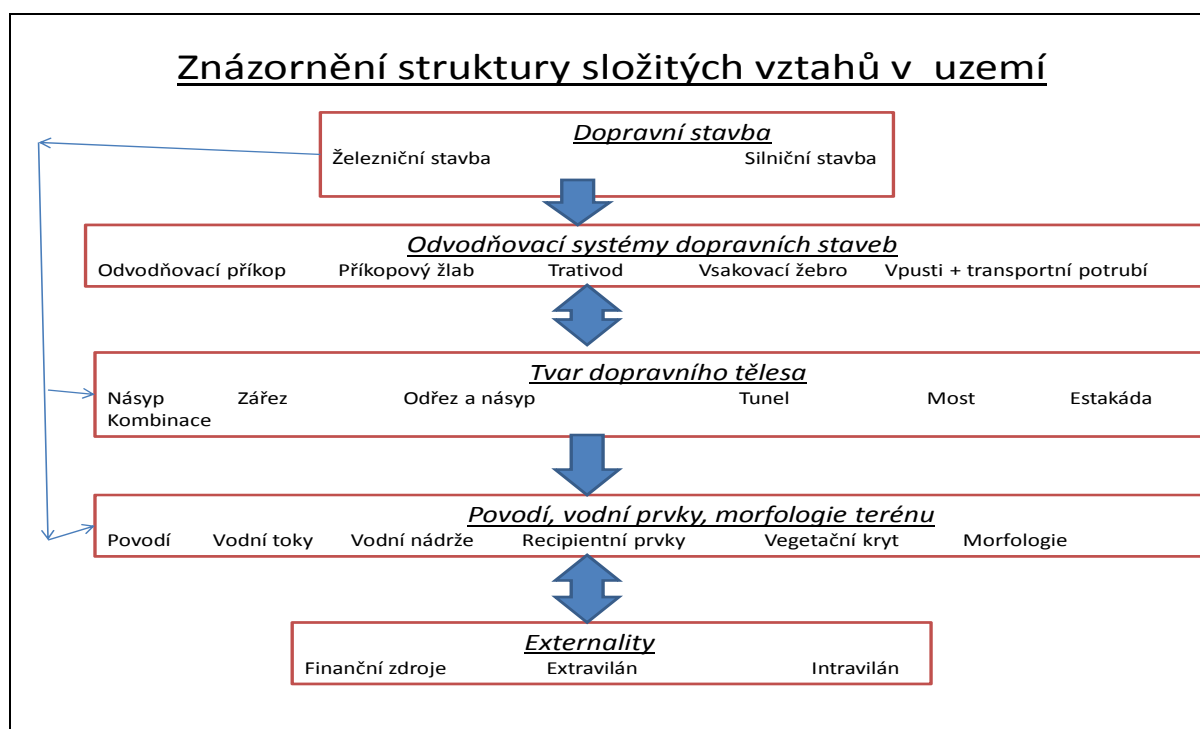
Jiří Zavadil

Abstrakt

Z dílčích výstupů mnou připravené DIP „Zkoumání změn odtokových poměrů v urbanizovaném území způsobených dopravními stavbami“ vyplývá, že dopravní stavby ovlivňují přirozené odtokové poměry a tím přispívají jak negativně tak i pozitivně ke kompenzaci povodňových situací.

Úvod

V rámci své profesní činnosti se věnuji problematice změn odtokových poměrů v urbanizovaném území způsobených dopravními stavbami [1]. Zabývám se též v této souvislosti i s velmi aktuálním problémem, příčinami i podstatou vzniku tzv. bleskových povodní. Protože se bezprostředně pohybuji v terénu a jsem u všeho důležitého, co se odehrává v tomto sektoru praxe, mám i možnost klást cílené dotazy svým kolegům a partnerům z oborů dopravních a vodohospodářských staveb. Od nich pak získávám cenné poznatky, názory a náměty, se kterými lze dále pracovat. Velice záhy jsem pak dospěl k poznání, že obory dopravní inženýrství a vodohospodářské inženýrství zatím, ke škodě věci, stále fungují více vzájemně izolovaně, příliš autonomně, jakkoliv je zcela zřejmá nutnost vzájemná koordinace rozhodovacích procesů, že jsou dnes akutní a velmi aktuální problémy vyskytující se na rozhraní obou těchto (i dalších souvisejících) oborů, že se stává nezbytností interdisciplinární přístup k řešení. Pro větší celkové zpřehlednění situace (pro mne pak i dostatečně přehledný a kontrolovatelný program zkoumání ve formě schématu problémů a cílů jejich možného řešení) jsem s využitím i zpětné vazby praxe sestavil pracovní blokdiagram zkoumané problematiky, zkoumaných subsystémů a jejich podstatného okolí, viz *obr. 1*. Cílem mého profesního úsilí podle tohoto blokdiagramu je vytvořit a odzkoušet, prakticky otestovat vhodnou metodiku zkoumání všech podstatných procesů a problémů, metodiku komplexní analýzy a syntézy, a dále se pokusit a použít v případě nejdůležitějších problémů o jejich ucelené, tj. dostatečně komplexní, inovativní a adekvátní řešení, odpovídající požadavku udržitelného rozvoje urbanizovaného území. V rámci tohoto příspěvku pak chci věnovat též pozornost problému tzv. bleskových povodní.



Obr. 1 Blokdiagram: Znázornění struktury složitých vztahů v území

Bleskové povodně

Příčiny vzniku bleskových povodní jsou vždy vázány na konkrétní místa a na konkrétní právě tam fungující, obvykle originální, kombinaci podmínek.

Příčin vzniku bleskových povodní je mnoho a jsou obvykle navzájem velmi úzce provázány. Jedná se zejména o výskyt přívalových dešťů s velkým srážkovým úhrnem (lokálního, místního i širšího územního významu). Jde často i souhrn mnoha nahodilostí (vliv externalit). Typickým příkladem může být povodňová situace v moravskoslezském kraji v podhůří Beskyd z roku 2009. Tehdy se jednalo o velmi vysoké úhrny srážek ve velmi krátkém časovém intervalu cca 6 hodin v kombinaci se svažitém reliéfem terénu v území charakterizované jako podhůří. Velmi rychle vznikala povodňová situace, kterou v tehdejší situaci nebylo pravděpodobně možné předpovědět. Mračna nasycená srážkami se zachytila o svahy Beskyd a neměla možnost odplynout dále, jinam. Podobný průběh měly i ničivé povodně v roce 1997, ty již vznikaly obvyklým způsobem a byla reálná možnost před nimi částečně varovat. Obr. 2 nabízí snímek z povodňové situace z května roku 2010 na řece Ostravici na periferii Ostravy (na tomto snímku je patrné usměrnění toku úpravou koryta řeky a protipovodňovými hrázemi), kdy hlavní příčinou byly vysoké úhrny srážek v Beskydech (následovaly pak i ničivé povodně v jižní a centrální části Polska).

Další příčinou bleskových povodní jsou změny ve způsobech využívání zemědělské půdy, kdy přednostní pěstování některých kultur (např. kukuřice) ve velkém rozsahu způsobuje zrychlený odtok srážkových vod. I tato dílčí příčina vzniku bleskových povodní je nezpochybnitelná a je

nutné ji brát vážně, tj. stanovit regulativy zemědělské činnosti a další opatření k eliminaci tohoto nepříznivého jevu (zejména se jedná o rozsáhlé zemědělské oblasti s prosazováním monokultur zemědělské činnosti). Další, již výše uváděný vliv často nepříznivě fungující je vliv nepříznivé morfologie terénu. Tady pak platí známé pravidlo o přímé úměře, že čím větší sklonitost terénu tím větší je riziko urychleného odtoku srážkové vody, tj. i bleskových povodní.



Obr. 2 Povodně z května roku 2010 na řece Ostravici (s důsledkem následných ničivých povodní na jihu Polska)

Pozemní komunikace jako zvláštní druh kanalizace

Nezanedbatelným a velmi důležitým projevem pozemních komunikací, který nikdo zatím seriózně ke škodě věci nezkoumal seriózně je to, že pozemní komunikace funguje zcela přirozeně a automaticky též jako zvláštní druh kanalizace (zjednodušeně lze konstatovat, že např. místní komunikace vymezené prostorově obrubníky, popř. i jiným konstrukčním ohraničením, funguje potenciálně jako odvodňovací průtočný profil, odvodňovací rigol), avšak okolní stavby a samotná stavba místní komunikace není na tento případ svého fungování důsledně a vědomě konstruována. podle poznatků z praxe funguje takto i účelová komunikace s nezpevněným povrchem, tj. má účinek jako odvodňovací prvek. Největší škody a problémy vznikají pak při prostorové kolizi takovýchto staveb s jinými stavbami obzvláště liniiovými. V intravilánu sídel se jedná o zátopu suterénních prostor obytných a občanských staveb a taky přízemních prostor. Tento problém je velmi důležité řešit, neboť většina technického a technologického vybavení staveb bývá umístěna právě v suterénu a v parteru.

Opatření, která jsou použitelná a občas více či méně nahodile užívána:

- Negativní nátok vody nesprávným směrem lze eliminovat změnou příčného i podélného sklonu povrchu komunikace (např. též se sedlem v ose komunikace, kde pak je nutno umístit rigoly a vpusti), zlepši se tedy bezpečnost přilehlých budov a staveb.

- Další možnosti představují stavební opatření na vstupech a vjezdech do objektů (např. jde o navýšené prahy v místech vjezdů/výjezdů do objektů či areálů) včetně zabezpečení dokonale těsných dveří/vrat a taky dokonale vodotěsných a ovladatelných (uzávěry, hradícími systémy, zpětné klapky) kanalizačních sítí.
 - Vhodným opatřením k eliminaci či zmírnění nátoky a odtoku vody nesprávným směrem je vhodné umístění okružních křižovatek na pozemních komunikacích (okružní křižovatka působí jako rušivý prvek při výskytu lokální povodňové vlny; navíc zelený ostrůvek uprostřed okružní křižovatky nabízí možnost dílčí retence a vsaku srážkové vody).
 - Dalším možným kompenzačním prostředkem je realizace křížení liniových staveb formou mimoúrovňového křížení. Na *obr. 3* je příklad železničních mostů při žst. Hranice n. M. nad údolím říčky Velička se sítí místních komunikací; jejich stavebně technické řešení je šetrné ve vztahu k přirozeným odtokovým poměrům.
 - Dalším vhodným způsobem kompenzace neúměrného vlivu na přirozené odtokové režimy může být citlivé napojení odvodňovacích systémů povrchu pozemní komunikace, která působí jako zvláštní druh kanalizace, na jiné odvodňovací systémy u dopravních staveb (např. odvodňovací příkopy) a následně stejně citlivé napojení na síť přirozených vodotečí.
 - Další možnosti se nabízejí včetně možností kombinace těchto opatření apod. Výhledově je třeba usilovat o ucelená programová řešení, která mohou být označena za sofistikovaná řešení a návrhy kompenzačních opatření:
- Jako velmi výhodné se např. jeví (příslušnými úpravami) vyčleňování nezpevněných ploch, zvláště v intravilánech sídel pro retenci srážkových vod. Takovými kompenzačními opatřeními lze odlehčit stokové sítě a následně samozřejmě taky ČOV (čistírny odpadních vod) a PČS (přečerpávací stanice).
 - Účinnými a častěji dnes užívanými stavebně technickými opatření zneškodňování srážkových vod je představována aplikací podzemních vsakovacích systémů (nejde tedy o vizuálně rušivé elementy na povrchu a nad povrchem terénu, zejména v centrech měst).
 - Dalšími opatřeními může být aplikace průlehů, terénních depresí a umělých vodních prvků, které účinně slouží vsakem a odpařováním vody.
 - Dalším vhodným a reálně použitelným řešením, které se nabízí, je představováno využitím nezpevněných popř. zpevněných příkopů, kterými mohou být odděleny jízdní směry místních komunikací v intravilánech sídel apod. (tyto příkopy plní funkci jak transportní, tak vsakovací i ev. odpařovací funkci).



Obr. 3 Mosty na trati Ostrava – Přerov, žst. Hranice n. M.
(II. tranzitní železniční koridor)



Obr. 4 Trať Uherské Hradiště – Újezdec u Luhačovic trať č.: 341 (na obrázku je zjevné, nesystematické trasování tratě, která nerespektuje meandry řeky Olšava)

Závěr

Závěrem lze pak konstatovat, že se opakovaně potvrzuje užitečná a velmi potřebná role městského inženýrství (tento obor řeší problémy, které ostatní inženýrské obory neřeší), relativně mladého inženýrského oboru (též samostatného oboru inženýrské autorizace ČKAIT), který je právě oborem přirozeně iniciujícím dnes zcela nezbytný interdisciplinární přístup k řešení nazrálých (aktuálních a nově vzniklých) problémů dále se vyvíjejících měst a sídel, vyvíjejících se též ve smyslu vzniku komplikovanějších podmínek pro řešení jejich ucelené technické obsluhy s garancí udržitelného vývoje.

Literatura

- [1] Rozpracovaná doktorská disertační práce *Změny odtokových problémů způsobených dopravními stavbami* včetně obhájených tezí v rámci doktorské zkoušky ze dne 9. 7. 2012.
- [2] KUBÁT, B. a kol *Železniční stavby: Projektování*. Praha: Český svaz stavebních inženýrů, 1998.
- [3] Unie pro řeku Moravu, *Analýza povodňových situací v ekologických souvislostech*. 1997
- [4] www.fema.org
- [5] www.chiefscientist.qld.gov.au

POVODNE A ČINNOSTI INŽINIERA, STAROSTU A OBČANA

Miloš Nevický³⁵

Úvod

Povodne sú dôsledkom veľkého množstva vodných zrážok, spadnutých do daného územia v krátkom čase tak, že územie nemá schopnosť dané množstvo vody zadržať a nadmernú vodu regulovaným spôsobom odvieť.

Na ochranu krajiny, ekosystému v území, stavieb, osôb a majetku proti deštrukčným náhlým účinkom prívalových vôd je možné vykonať jednak preventívne opatrenia v území, jednak organizačnými opatreniami usmerniť odtok prebytočnej vody pomocou technických zariadení.

Na túto oblasť sa vzťahuje rad právnych predpisov, ustanovujúcich povinnosti štátnych orgánov, samosprávnych inštitúcií, právnických osôb aj obyvateľov v danom území.

Všeobecne platné preventívne opatrenia proti povodňam

Preventívne povinnosti ustanovuje zákon o životnom prostredí [1, § 19]: „Každý, kto zistí, že hrozí poškodenie životného prostredia alebo že už k nemu došlo, je povinný urobiť v medziach svojich možností nevyhnutné opatrenia na odvrátenie hrozby alebo na zmiernenie následkov a bez meškania ohlásiť tieto skutočnosti orgánu štátnej správy.“

Občan, Obec, Podnikateľ má povinnosť a oporu v zákone oznámiť hrozbu alebo oznámiť už vzniknuté poškodenie životného prostredia živelnou katastrofou akou je povodeň.

Podmiernky na znižovanie nepriaznivých účinkov povodní a zabezpečenie funkcií vodných tokov ustanovuje zákon o vodách [2, § 1]. Pokiaľ sa má vykonávať vysádzanie, stínanie a odstraňovanie stromov a krov v korytách vodných tokov, na pobrežných pozemkoch a v záplavových územiach, alebo ťažba piesku, štrju, bahna z pozemkov tvoriacich koryto vodného toku, alebo zasypávanie odstavených ramien v bodných tokov, močiarov a odkrytých podzemných vôd, na tieto činnosti je potrebné povolenie orgánu Štátnej vodnej správy [2, § 23].

³⁵ Ing. Miloš Nevický, PhD., autorizovaný stavebný inžinier

Vlastník, nájomca, alebo správca poľnohospodárskych a lesných pozemkov je povinný ich obhospodarovat' takým spôsobom, ktorý nielen zachová vhodné podmienky na výskyt vôd, ale aj napomáha zlepšovanie vodných pomerov; je povinný najmä zabráňovať škodlivým zmenám odtokových pomerov, splavovaniu pôdy a dbať o udržiavanie pôdnej vody a o zlepšenie záchytnéj retenčnej schopnosti územia. [2, § 30].

Ak sa pôsobením vôd alebo iným prírodným vplyvom zmení prirodzené koryto neupraveného vodného toku, Správca vodného toku je povinný vrátiť vodný tok do pôvodného koryta alebo orgán Štátnej vodnej správy, aby rozhodol o jeho ponechaní v novom koryte. Správca vodného toku je povinný vlastníčkovi pozemku nového koryta poskytnúť náhradu podľa všeobecných predpisov o náhrade škody.[2, § 45].

Správa vodných tokov zahŕňa činnosti ako sú podľa [2, § 48, ods.(4)]:

- b) udržiavať korytá v stave, ktorý zabezpečuje ich prirodzenú alebo navrhovanú prietoknosť a hĺbku vody;
- c) udržiavať alebo odstraňovať brehové porasty vo vodných tokoch, na pobrežných pozemkoch tak, aby sa nestali prekážkou odtoku vody pri povodniach a podľa možnosti zachovali prírodné podmienky;
- d) spevňovať brehy vodných tokov, zabezpečovať ich neupravené úseky brehovými porastmi;
- e) udržiavať a čistiť koryto a odstraňovať naplaveniny, ľadové a iné prekážky a dočasné ostrovy z vodného toku, čo je nevyhnutné na zabezpečenie nehateného odtoku alebo prietoku;
- f) zabezpečovať potrebnú úpravu vodných tokov....

Správca vodného toku je oprávnený [2, § 49, ods. (1), ods.(2)]:

- a) vstupovať v nevyhnutnom rozsahu pri výkone správy na cudzie nehnuteľnosti;
- b) v záujme starostlivosti o koryto odstraňovať alebo novo vysádzať stromy a kry na pobrežných pozemkoch;
- c) v rozsahu riadnej správy vodného toku ťažiť z koryta riečny materiál...

Správca môže užívať pobrežné pozemky pri drobných vodných tokoch do 5m od brehovej čiary. Ak spôsobí Správca škodu, je povinný ju nahradiť.

Vlastník pobrežného pozemku je povinný [2, §50, ods.(1)]:

- b) dbať o ochranu vôd a zdržať sa činností, ktoré môžu ovplyvniť prirodzený režim vôd vo vodnom toku.
- (3) Orgán Štátnej vodnej správy môže vlastníkom pobrežných pozemkov bez náhrady zakázať vytínať stromy a kry zabezpečujúce stabilitu koryta.
- (4) Ak ide o pobrežný pozemok pri drobnom vodnom toku, je jeho vlastník povinný udržiavať breh v takom stave, aby sa netvorili prekážky, ktoré bránia nehatenému odtoku vody, sťažujú

alebo znemožňujú prístup k vodnému toku alebo podporujú usdzazovanie plavenín alebo ukládanie splavenín.

Vodný zákon [2, § 52] uvádza (ods.1) **vodné stavby**, ktorými sú najmä:

- a) stavby, ktorými sa upravuje, mení alebo zriaďuje koryto, vrátane terénnych úprav s tým spojených;
- b) stavby na ochranu pred povodňami;
- f) hydromelioračné stavby na zavlažovanie a odvodňovanie pozemkov a na ochranu pozemkov pred vodnou eróziou...

Vlastník vodnej stavby je povinný [2, § 53]

- a) udržiavať vodnú stavbu v riadnom stave a zabezpečovať jej údržbu a prevádzku tak, aby umožňovala plynulý prietok vody a nehatený odchod ľadu, riadnu prevádzku vodnej cesty a aby neohrozovala bezpečnosť osôb, majetku a vodohospodárskych a iných právom chránených záujmov....

Na účely uskutočnenia údržby a opráv na vodnej stavbe sú vlastníci pozemkov susediacich s vodnou stavbou povinní umožniť vlastníčkovi vodnej stavby vstup na tieto pozemky. [2, § 54].

Je zakázané akýmkoľvek spôsobom poškodzovať vodné stavby a ich funkcie, najmä ťažiť zemiinu z ochranných hrádzí, vysádzať na nich dreviny, pásť na nich alebo preháňať hospodárske zvieratá a jazdiť po nich motorovými vozidlami

Odborný technicko bezpečnostný dohľad nad vodnými stavbami [2, § 56] je špecializovaná činnosť zameraná na zisťovanie technického stavu vodných stavieb, ktorých poškodenie môže spôsobiť ohrozenie príslušného územia, života ľudí a majetku.... Vykonáva sa pozorovaním bezpečnosti a stability vodných stavieb, meraním ich deformácií, sledovaním priesaku vôd, hodnotením... a navrhovaním opatrení na odstránenie nedostatkov...

Orgány Štátnej vodnej správy sú [2, § 58].

Ministerstvo životného prostredia; Krajské úrady životného prostredia; Obvodné úrady životného prostredia; Inšpekcia; a obce.

Obec môže všeobecne záväzným nariadením upraviť, obmedziť prípadne zakázať užívanie povrchových vôd na drobných vodných tokoch a iných vodných útvaroch, napr. zhoršovať odtokové pomery, poškodzovať brehy, vysádzať resp. odstraňovať dreviny na pobrežných pozemkoch atď. [2, § 63].

Vodnú stráž vymenúva orgán Štátnej vodnej správy na ochranu vôd, vodných tokov a vodných stavieb. [2, § 69].

Zákon o lesoch [3] upravuje činnosti a hospodárenie s lesným fondom, najmä podmienky ťažby a výsadby drevín a užívanie lesnej pôdy.

Správné hospodárenie v lesoch má osobitný význam na zabezpečenie ekologickej stability územia vrátane zadržiavania zrážkovej vody v lesoch a nadväznej územnotechnickej stability územia s predchádzaním vzniku zosuvov a iných porúch stability zemín.

Stavebný zákon [4] upravuje stavebnú činnosť, umiestňovanie a povoľovanie stavieb v území vrátane terénnych úprav, ktorými sa podstatne mení vzhľad prostredia a /alebo odtokové pomery.

Problematiku trvalo udržateľného rozvoja krajiny, ekologickej stability územia, funkčného využívania územia vrátane vecnej a časovej koordinácie činností v území a umiestňovania stavieb upravuje územné plánovanie v prvej časti zákona [4, § 1, § 2].

Územné plánovanie zahŕňa najmä [4, §2, ods.(1)]:

- a) určuje regulatívy priestorového usporiadania a funkčného využívania území;
- b) určuje potrebné asanačné, rekonštrukčné alebo rekultivačné zásahy do územia a určuje spôsob jeho ďalšieho využívania;
- i) navrhuje poradie výstavby a využívania území;
- j) navrhuje územno technické a organizačné opatrenia nevyhnutné na ...dosiahnutie ekologickej stability a uzabezpečenie trvalo udržateľného rozvoja územia.

Z uvedeného vyplýva, že informácie o charakteristike územia a podmienkach stavebných činností a ďalšieho užívania územia a vykonávania činností v ňom majú obsahovať územnoplánovacie podklady a územnoplánovacia dokumentácia. [4, §4 až §7, § 8, § 10 až § 13, § 19c].

Na umiestňovanie a povoľovanie terénnych úprav, ktorými sa podstatne mení vzhľad prostredia alebo odtokové pomery vôd, sa vzťahujú osobitné ustanovenia Stavebného zákona v druhej časti Stavebný poriadok [4, § 71 až § 73].

Na stavby pri ich navrhovaní v zodpovednosti projektanta stavby aj pri ich stavaní v zodpovednosti staviteľa stavby sa vzťahujú príkazom formulované ustanovenia Základných požiadaviek na stavby podľa Stavebného zákona [4, §43d]:

(1) Stavba musí po celý čas odôvodnenej životnosti vyhovovať základným požiadavkám na stavby:

- a) mechanická pevnosť a stabilita stavby, tak, aby účinky, ktoré budú na ňu pravdepodobne pôsobiť v priebehu jej výstavby a počas jej užívania, nespôsobili zrútenie celej stavby alebo jej časti, ani jej neprípustnú deformáciu, ani poškodenie ostatných častí stavby, zariadení alebo inštalácií v dôsledku deformácie nosnej konštrukcie stavby, ani nespôsobili poškodenie stavby, ktoré je neúmerne pôvodnej príčine;*
- d) bezpečnosť stavby pri jej užívaní, tak, aby nevzniklo neprípustné nebezpečenstvo úrazu, pádom, popálením, zásahom elektrického prúdu, výbuchom, pohybujúcim sa vozidlom, alebo pádom uvoľnenej časti stavby;*

ktoré vznikli ako dôsledok povodne alebo inej živelnnej pohromy pôsobiacej na stavbu.

Zásadnou a neopomenuteľnou podmienkou splnenia uvedených zákonných ustanovení zo strany projektanta pri navrhovaní stavby a zo strany staviteľa pri stavaní stavby je, aby boli zo strany orgánov Štátnej správy a Samosprávy vykonané komplexné územnotechnické prieskumy územia a súvisiace opatrenia a stavebnotechnické a súvisiace konštrukčné riešenie stavby. Bez nich nemôže byť zaručené komplexné reálne dodržanie zákonov.

Škody hmotné (poruchy stavby, územia atď.), poškodenie zdravia prípadne aj ohrozenie života ako aj nehmotné škody (ušlý zárobok...) vzniknuté ako dôsledky povodní a iných živelných pohrôm, ako aj poistenie osôb, majetku a stavieb vrátane zodpovednosti za ne upravujú najmä Občiansky zákonník [5] a pre podnikateľskú sféru Obchodný zákonník [6], v krajnom prípade môže ísť aj o trestnoprávnu zodpovednosť.

Z územnoplánovacej dokumentácie a zo súvislostí vyplývajúcich z ustanovení a opatrení zo Zákona o vodách a Zákona o lesoch majú byť určené komplexné kolektívne a individuálne opatrenia na ochranu územia, stavieb – majetku a osôb (aj hospodárskych zvierat, aj voľne žijúcich živočíchov, prírodných útvarov a rastlín, ako aj potrebnej dopravnej, technickej, energetickej, poľnohospodárskej atď).

Podmienky užívania územia a s ním súvisiace činnosti majú byť konkrétne vecne, priestorovo, prevádzkovo a stavebnotechnicky určené v územnom pláne obce, hlavne v jeho záväznej časti.

Pri umiestňovaní konkrétnej stavby ako aj pri vykonávaní významných terénnych úprav, odlesnenia, úprav tokov, výstavby dopravnej alebo vodohospodárskej infraštruktúry (diaľnic, ciest, železníc, úprav vodných tokov, stavby vodných nádrží a pod.) majú byť ochranné opatrenia, požiadavky na úpravy územia, na ochranu staveniska a konkrétnej stavby majú byť predmetom územného rozhodnutia o umiestnení danej stavby a na základe vykonaných komplexných odborných prieskumov územia majú byť vyjadrené v územnotechnických požiadavkách na stavby ustanovených záväzne v stavebnom povolení stavby a pri iných činnostiach, napr. poľnohospodárskych, vodohospodárskych lesníckych a iných úpravách územia majú byť ustanovené v príslušných povoleniach na ich vykonanie. Súčasne je nevyhnuté, aby bola konkrétne a záväzne ustanovená vecná a časová koordinácia týchto činností v území tak, aby sa postupnými krokmi systematicky komplexne zabezpečovala ochrana územia, stavieb-majetku aj života v danom území proti povodňam a na ne nadväzujúcim živelným pohrômam, napr. porušeniam stability zastavaného územia alebo územia určeného územnoplánovacou dokumentáciou na umiestňovanie stavieb.

Pokiaľ nie sú v dostatočnej miere pre konkrétne územie či obec naplnené uvedené zákonné požiadavky, nie sú v potrebnom rozsahu vytvorené nevyhnutné opatrenia na ochranu pred katastrofickými a najmä dlhodobými účinkami povodní a ďalších živelných pohrôm.

Nápravu možno dosiahnuť len úzkou spoluprácou dotknutých orgánov obcí so štátnou správou za aktívnej spoluúčasti občanov na uskutočňovaní zákonmi požadovaných ochranných opatrení, napr. čistení vodných tokov a odvodňovacích zariadení, rekultivácii a terénnych aj zabezpečovacích prácach a pod.

Zapojenie odborníkov na jednotlivé oblasti prevencie a ochrany, autorizovaných projektantov do prípravy dokumentácie a projektov a oprávnených stavebných a dozorov staveb do stavania je predpokladom úspešnej prípravy a realizácie prevencie voči povodňam a živelným pohromám.

Významná je poisťňá ochrana vzniku škôd.

Dôležitá je informovanosť občanov zo strany Samosprávy a Štátnej správy a disciplína všeobecne!

Odstránenie následkov povodní

Keď došlo ku povodni so zatopením územia, obývaných aj neobývaných oblastí, došlo ku vzniku porúch na prírodnom prostredí, na obhospodarovanej krajine, neobydliach, na technickej, dopravnej, energetickej infraštruktúre, na spoločenských historických, kultúrnych hodnotách, sústredia sa sily na odstránenie následkov týchto poškodení.

A. Činnosti obce po povodni

1. **Starosta a / alebo Obecné zastupiteľstvo** zistí stav škôd na majetku obce spôsobených povodňou resp. následnými zosuvmi terénu, padajúcimi stromami a inými súvisiacimi živelnými udalosťami. [6, § 4] [2, § 7].
2. Na **odborné zistenie a posúdenie škôd** (najmä na stavbách a v území) môže obec obstaráť vykonávanie prieskumných prác, projektových prác a súvisiaceho technického a ekonomického poradenstva príp. ďalších tzv. inžinierskych činností, na vykonávanie ktorých sú oprávnenými osobami autorizovaní stavební inžinieri podľa Zákona č. 138/1992 Zb. [7].

Obec môže na ich obstaranie uplatniť „rokovacie konanie bez zverejnenia“ podľa § 58, ods.c), a/alebo § 88, písm. d) Zákona o verejnom obstarávaní [8], nakoľko zákazka na poskytnutie služby alebo na uskutočnenie stavebných prác sa zadáva z dôvodu mimoriadnej udalosti nespôsobenej verejným obstarávateľom, ktorú nemohol predvídať a vzhľadom na vzniknutú časovú tieseň a možnosť ďalšieho ohrozenia majetku, zdravia alebo života občanov nemožno uskutočniť verejnú súťaž, užšiu súťaž ani rokovacie konanie so zverejnením, ani súťaž návrhov podľa § 103 až § 108; za mimoriadnu udalosť sa považuje najmä živelná pohroma, havária alebo situácia nebezpečne ohrozujúca život alebo zdravie ľudí alebo životné prostredie. Ďalšie súvisiace zákazky sa zadávajú postupmi verejného obstarávania s využitím zrýchlených postupov, ak je to možné.

Verejný obstarávateľ = Obec pri zadávaní zákazky s nízkou hodnotou postupuje tak, aby vynaložené náklady na obstaranie projektových služieb, súvisiaceho poradenstva a inžinierskych činností boli primerané ich kvalite a cene. [8, § 102].

V každom prípade po uplynutí časovej tiesne je potrebné uskutočnené rozhodnutia Obce o obstarávaní služieb, stavebných prác a tovarov riadne zhrnúť do dokumentácie o ich verejnom obstarávaní s využitím rokovacieho konania bez zverejnenia. Toto zhrnutie je potrebné

vyhotovit' v súčinnosti s osobou odborne spôsobilou na verejné obstarávanie podľa zákona [8, § 116, ods. (1)]. Nech ich schváli obecné zastupiteľstvo.

3. **Stavebný zákon umožňuje** v prípade, ak v dôsledku živelnej pohromy, havárie alebo inej mimoriadnej udalosti alebo ich bezprostrednej hrozby je nevyhnutné uskutočňovanie stavebných prác resp. stavanie stavieb alebo odstraňovanie stavieb, vykonanie stavebných úprav alebo zabezpečovacích prác na jestvujúcich ohrozených stavbách alebo vykonanie terénnych úprav na pozemkoch, ktoré je nevyhnutné urobiť aby boli zabezpečenie obcou prijaté záchranné, nápravné a ochranné opatrenia, je možné ich vykonanie začať bez predchádzajúceho povolenia alebo ohlásenia Stavebnému úradu. Následne je ten, kto tieto opatrenia vykonáva povinný ich ohlásiť Stavebnému úradu, ktorý určí ich ďalší postup. [4, § 127a, ods.(1)]
4. Ak sa majú **obnoviť stavby alebo pozemky** poškodené alebo zničené povodňou alebo inou živelnou pohromou, haváriou alebo inou mimoriadnou udalosťou a to do stavu v akom boli postavené v súlade s pôvodnými povoleniami ich výstavby stačí, ak sa ich obnova vopred ohlási Obci alebo Stavebnému úradu. Postupuje sa v miere, zodpovedajúcej konkrétnej situácii a možnostiam podľa ustanovení pre Ohlásenie Stavebnému úradu podľa Stavebného zákona [4, § 57]. V tejto súvislosti môže Stavebný úrad obmedziť rozsah žiadosti o vydanie stavebného povolenia, môže tiež upustiť od samostatného územného konania alebo môže spojiť územné konanie so stavebným konaním alebo s inými potrebnými súvisiacimi konaniami. S ohľadom na časovú tieseň, môže byť daný súhlas na dodatočné predloženie dokladov.

V týchto mimoriadnych podmienkach môže Stavebný úrad vydať predbežné povolenie, v ktorom sa určí lehota na dodatočné predloženia dokladov, a po ich predložení Stavebný úrad vydá rozhodnutie.

5. Na získanie **informácií a údajov o škodách** vzniknutých na majetku vo vlastníctve obyvateľov obce, môže obec občanom odporučiť rovnakých odborníkov, ako v bode 2.
6. **Obec** podľa Vyhlášok [9] a [10] na základe zistení, dokumentácie a odporúčaní autorizovaných inžinierov a ďalších zúčastnených odborníkov a zástupcov inštitúcií, poskytne údaje o vzniknutých škodách Úradu samosprávneho kraja a inštitúciám štátnej správy ako sú Krajský stavebný úrad, Krajský úrad životného prostredia, Štátna vodná správa, Štátna lesná správa, Krajskému úradu pre cestnú dopravu a pozemné komunikácie, prípadne ďalším územným Správcom technickej, dopravnej a energetickej infraštruktúry, Krajskému pamiatkovému úradu, Štátnemu geologickému ústavu Dionýza Štúra, Krajskému riaditeľstvu Hasičského a záchranného zboru a ďalším podľa aktuálnej situácie a potreby.

Charakteristika jednotlivých mimoriadnych udalostí je vo Vyhláške [9, príl.č.3, bod A]:

A.1. Živelné pohromy

1.1 Povodne a záplavy

1.2 Krupobitia

1.3 Následky víchrice

1.4 Zosuvy pôdy

1.5 Snehové kalamity a lavíny

1.6 Rozsiahle námrazy

1.7 Zemetrasenia

A.2 Územie postihnuté účinkami živelných pohromy je charakterizované

2.1 Postihnutím veľkého počtu osôb, ktoré sú bez prístrešia a základných životných potrieb, šokované, zranené alebo usmrtené,

2.2 Zničením a poškodením budov, priemyselných objektov, mostov, narušením dopravy, zničením kultúrnych pamiatok a chránených prírodných útvarov,

2.3 Miestnymi a plošnými závalmi ulíc, poškodením pozemných komunikácií,

2.4 Poškodením rozvodných sietí a ich zariadení,

2.5 Vznikom požiarov,

2.6 Zatopením objektov a zaplavením rozsiahlych území,

2.7 Postihnutím veľkého počtu zvierat, zničením a narušením porastov, lesov a pôdy,

2.8 Zhoršením hygienických podmienok, vznikom a šírením infekčných ochorení,

2.9 Celkovým narušením života, životného prostredia a obmedzením výroby.

Uvedené údaje sa použijú na vypracovanie plánov, postupov a opatrení na záchranné a likvidačné práce. Môžu sa tiež použiť pre potreby „Sústavy vybraných informácií pre výstavbu“ podľa Stavebného zákona [4, § 128 až § 130], a tiež ako podklady na spracovanie projektov na získanie finančných prostriedkov na odstránenie následkov živelných pohrom a na vykonanie preventívnych ochranných opatrení a na vybudovanie ochranných stavieb na zamedzenie vzniku povodní, živelných pohrom a havárií v území.

Predkladanie informácií v situácii živelných pohrom upravuje Vyhláška [9, § 12].

7. *Okamžitú nevyhnutnú pomoc obyvateľom je Obec povinná poskytnúť v prípade náhlej núdze spôsobenej povodňou, inou živelnou pohromou a haváriou, najmä zabezpečiť im prístrešie, stravu alebo inú materiálnu pomoc. [6, § 3, ods.(4)]*

8. *Včasné informovanie a varovanie obyvateľstva pred povodňami, živelnými pohromami a haváriami patrí ku dôležitým povinnostiam Obcí a orgánov Civilnej ochrany obyvateľstva.*

Výstražné zvukové signály sú: podľa Vyhlášky [10, Príloha, bod C,c) 2 aj 3.]

2. Dvojminútový kolísavý tón sirény 1 krát plus hovorená informácia:

„ POZOR, OHROZENIE POŽIAROM“ sa opakuje 3 krát.

Šesťminútový stály tón sirény 1 krát plus hovorená informácia:

„ POZOR, OHROZENIE VODOU“ sa opakuje 3 krát.

9. *Záchranné, lokalizačné a likvidačné práce riadi starosta Obce (ak ich nemá riadiť orgán štátnej správy). [9, § 8, ods.(1), písm. b)].* Obsah činností pri vykonávaní záchranných, lokalizačných a likvidačných prác je uvedený v Prílohe č. 4 Vyhlášky [9].
10. Pri mimoriadne závažných a rozsiahlych povodniach a živelných pohromách vstupujú do riadenia záchranných, lokalizačných a likvidačných prác vyššie orgány Štátnej správy, Samosprávy, útvary Civilnej ochrany a záchranné útvary ustanovené vo Vyhláške [9, § 1].
11. Poistenie nehnuteľností a majetku Obcí, štátu aj obyvateľov proti následkom škôd zo živelných pohrom je významným, aj keď zložitým zabezpečujúcim nástrojom na získanie finančných prostriedkov na komplexné riešenie protipovodňovej prevencie, ochrany a na odstraňovanie následkov a škôd, čo platí nielen pre Obce, ale aj pre individuálnu ochranu obyvateľov a ich majetku.

B. Činnosti obyvateľov po povodni

1. **Občan** – obyvateľ obce zistí druh a rozsah poškodenia svojho majetku = budov, pozemkov, záhrad, porastov, chovaných zvierat, vozidiel, strojov a zariadení.
2. *Na odborné zistenie a posúdenie škôd (najmä na stavbách a v území) môže obyvateľ na vykonávanie prieskumných prác, projektových prác a súvisiaceho technického a ekonomického poradenstva príp. ďalších tzv. inžinierskych činností, využiť oprávnené osoby ktorými sú autorizovaní stavební inžinieri podľa Zákona č. 138/1992 Zb. [7].*

3. Povinnosti vlastníkov stavieb / nehnuteľností

Udržiavanie stavieb / nehnuteľností

Podľa Stavebného zákona Vlastník stavby / nehnuteľnosti v súlade s dokumentáciou overenou Stavebným úradom a v súlade s rozhodnutím Stavebného úradu = stavebným povolením, kolaudačným rozhodnutím) je p o v i n ý udržiavať stavbu / nehnuteľnosť v dobrom stavebnom stave tak, aby nevznikalo nebezpečenstvo požiarov a hygienických závad, aby nedošlo pri živelných udalostiach ku ohrozeniu majetku, života, životného prostredia, aby nedochádzalo ku jej znehodnoteniu alebo ohrozeniu jej vzhľadu a aby sa čo najviac predĺžila jej užívateľnosť.

Ak Vlastník stavbu riadne n e u d r ž i a v a, môže mu Stavebný úrad vo v e r e j n o m záujme nariadiť, aby sa v určenej lehote a za určených podmienok postaral o nápravu. Platí to aj pre terénne úpravy a okolie stavieb. [4, § 86].

Nariadenie nevyhnutných úprav podľa Stavebného zákona [4, § 87]

Ak stavba nezodpovedá základným požiadavkám na stavby [4, § 43d)], a tým ohrozuje alebo obťažuje užívateľov alebo okolie stavby, Stavebný úrad vo verejnom záujme n a r i a d i v l a s t n í k o v i stavby uskutočniť nevyhnutné úpravy na stavbe alebo na stavebnom pozemku. Nariadené úpravy je vlastník povinný vykonať na vlastné náklady.

Ak sa na uskutočnenie nevyhnutnej úpravy vyžaduje dokumentácia alebo iné podklady, Stavebný úrad uloží vlastníčkovi stavby alebo stavebného pozemku ich predloženie v určenom rozsahu a lehote. V prípade nesplnenia uloženej povinnosti môže Stavebný úrad obstaráť potrebnú dokumentáciu alebo podklady na náklady povinného. Po ich zabezpečení Stavebný úrad nariadi vykonanie úpravy a určí podmienky a lehotu jej uskutočnenia.

Ak nevyhnutná úprava, ktorá sa má nariadiť, nevyžaduje dokumentáciu alebo iné podklady, uloží Stavebný úrad vlastníčkovi stavby alebo stavebného pozemku vykonanie úpravy a určí rozsah, spôsob, podmienky a lehotu jej uskutočnenia.

Stavbu alebo jej časť, na ktorej boli nariadené nevyhnutné stavebné úpravy, možno užívať len na základe kolaudačného rozhodnutia, ak Stavebný úrad od ich kolaudácie neupustil.

4. Povinnosti občanov v prípade povodní a iných živelných pohrom

Obyvatelia obce majú právo a povinnosť podľa Zákona o obecnom zriadení [6, § 3, ods. (2)]:

f) požadovať súčinnosť pri ochrane svojej osoby a rodiny a svojho majetku nachádzajúceho sa v obci,

g) požadovať pomoc v čase náhlej núdze.

Obyvateľ je povinný [6, § 3, ods. (3)]:

a) Ochraňovať majetok obce a podieľať sa na nákladoch obce, vykonávať menšie obecné služby organizované obcou, ktoré sú určené na zlepšenie životného prostredia....,

b) Podieľať sa na ochrane a zveľaďovaní životného prostredia v obci,

c) Napomáhať udržiavať poriadok v obci,

d) Poskytovať podľa svojich schopností a možností o s o b n ú pomoc pri likvidácii a na odstraňovaní n á s l e d k o v povodne, inej živelnej pohromy alebo havárie v obci.

Starosta môže podľa Zákona [6, § 13, ods.(8), písm. c)]:

Uložiť fyzickej osobe alebo právnickej osobe pokutu, ak n e s p l n í v určenej lehote bez vážneho dôvodu povinnosť uloženú Starostom poskytnúť o s o b n ú pomoc alebo v e c n ú pomoc počas odstraňovania a pri odstraňovaní n á s l e d k o v živelnej pohromy alebo pri inej mimoriadnej udalosti

Záver

Pri povodniach, iných živelných pohromách (požiaroch, zemetraseniach), haváriách a iných mimoriadnych udalostiach v Obci je nevyhnutná súčinnosť a pomoc obyvateľov/občanov podľa ich osobných schopností a možností podľa všeobecnej zásady spolupatričnosti a vzájomnej pomoci.

Poistenie nehnuteľností a majetku obyvateľov/občanov proti následkom škôd zo živelných pohrom je významnou zabezpečujúcou pomocou na získanie finančných prostriedkov na riešenie protipovodňovej prevencie, ochrany a na odstraňovanie následkov a škôd, preto je dôležité, aby s konkrétnymi možnosťami poistenia boli vopred oboznámení a argumentami presvedčení, že takého poistenie je pre nich vhodné a obvykle aj efektívne účinné. V tomto smere je významná osvetová činnosť verejných aj súkromných inštitúcií.

Predpisy

- [1] Zákon o životnom prostredí č. 17/1992 Zb. v znení zákona č. 332/2007 Z. z., účinnosť dňom 1. 10. 2007.
- [2] Zákon o vodách č. 364/2004 Z. z. (vodný zákon) v znení zákona č. 556/2010 Z. z., účinnosť dňom 31. 12. 2010.
- [3] Zákon o lesoch č. 526/2005 Z. z. v znení zákona č. 117/2010 Z. z., účinnosť dňom 1. 5. 2010.
- [4] Zákon č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku – Stavebný zákon v znení zákona č. 547/2010 Z. z., účinnosť dňom 1. 1. 2011.
- [5] Občiansky zákonník č. 40/ 1964 Zb. v znení zákona č. 546/2010 Z. z., účinnosť dňom 1. 1. 2011.
- [6] Zákon č. 369/1990 Zb. o obecnom zriadení v znení neskorších predpisov a zákona č. 612/2002 Z. z. v úplnom znení, čiastka č. 237 Zbierky, účinnosť dňom 8. 5. 2002.
- [7] Zákon č. 25/2006 Z. z. o verejnom obstarávaní v znení neskorších predpisov, zákona č. 73/2010 Z. z., účinnosť dňom 1. 4. 2010 a zákona č. 129/2010, účinnosť dňom 2. 4. 2010.
- [8] Zákon č. 138/1992 Zb. o autorizovaných architektoch a autorizovaných stavebných inžinieroch v znení neskorších predpisov a zákona č. 136/2010 Z. z., účinnosť dňom 1. 3. 2010.
- [9] Vyhláška č. 201/2002 Z. z. o zabezpečovaní organizovania jednotiek civilnej ochrany a o zabezpečovaní záchranných, lokalizačných a likvidačných prác, účinnosť dňom 1. 5. 2002.
- [10] Vyhláška č. 196/2002 o zabezpečovaní technických a prevádzkových podmienok informačného systému civilnej ochrany, účinnosť dňom 1. 5. 2002.

Poznámky:



INGENIEURKAMMER SACHSEN

Körperschaft des öffentlichen Rechts

Gesetzliche Vertretung von Fachingenieuren

Die Ingenieurkammer Sachsen ist die einzige gesetzlich legitimierte Berufsstandsvertretung sächsischer Ingenieure aller Fachrichtungen. Als Körperschaft des öffentlichen Rechts arbeitet sie selbstverwaltet und ausschließlich beitragsfinanziert. Die Ingenieurkammer Sachsen vertritt gegenüber Politik und Verwaltung die beruflichen Interessen von mehr als 10.000 selbstständigen und angestellten Fachingenieuren, die schwerpunktmäßig im Bausektor tätig sind.

Sachsen . Land der
ingenieure

www.ing-sn.de

Was macht die ...

Wofür steht die ...

... INGENIEURKAMMER SACHSEN?

- Vergabe der geschützten Berufsbezeichnung „Beratender Ingenieur“
- Listeinführung u.a. für qualifizierte Tragwerksplaner und Bauvorlageberechtigte
- Fachliche Weiterbildung über die „Freie Akademie der Ingenieure“
- Juristische Beratung ihrer Mitglieder
- Transparente und deregulierte Vergabeverfahren
- Faire Honorierung hochwertiger Ingenieurleistungen
- Positives Image des „Ingenieurs“ in der Gesellschaft
- Förderung von Nachwuchs

Daten und Fakten zu Ingenieuren in Sachsen

5% der Erwerbstätigen im Freistaat Sachsen sind Ingenieure

40% der Brutto-Wertschöpfung beruhen unmittelbar auf Ingenieurleistungen

53% der Arbeitsplätze werden durch Ingenieurleistungen gesichert

46% des wissenschaftlichen Personals der neuen Bundesländer arbeitet in Sachsen

57% davon forschen und lehren in Ingenieurdisziplinen oder ingenieurnahen Disziplinen

Ingenieurkammer Sachsen - Körperschaft des Öffentlichen Rechts
Annenstraße 10, D-01067 Dresden Tel.: 0351 43833 60, Fax: 0351 43833 80, E-Mail post@ing-sn.de

IBU



Dipl.-Ing. (TU) Karl-Heinz Bartl

**Ingenieurbüro für
Bauplanung und
Umweltschutz**

Unabhängig beratender
Ingenieur • **VBI**

**Planung
Beratung
Bauleitung**

Am Wachtelberg 10
07407 Rudolstadt/Thür.

Tel.: 0 36 72/41 27 42

Fax: 0 36 72/41 34 21

e-mail: IBU-Bartl@t-online.de

www.ibu-bartl.de



Exzellenz verbinden.
Kompetenz bündeln.
Profitieren Sie von einem starken Verband!

Verband Beratender Ingenieure

www.vbi.de





Bayerische
Ingenieurekammer-Bau

Körperschaft des öffentlichen Rechts

Ihr kompetenter Partner beim Planen und Bauen



- Wir vertreten in Bayern mehr als 6.000 Ingenieure im Bauwesen, über 3.000 Ingenieurbüros und Freiberufler, sowie Angestellte und Beamte im öffentlichen Dienst.
- Unsere Regionalbeauftragten sind Ihre Ansprechpartner in allen bayerischen Regierungsbezirken.
- Mit unserem Service »Planer- und Ingenieursuche« finden Sie die geeigneten Experten für Ihr Bauvorhaben.



Bayerische Ingenieurekammer-Bau
Nymphenburger Straße 5 • D-80335 München
Tel: 089 41 94 34-0 • info@bayika.de • www.bayika.de



Die Ingenieurkammer Thüringen besteht seit 1994 und ist eine Körperschaft des Öffentlichen Rechts. Sie repräsentiert, vertritt und schützt die berufständischen Interessen der Thüringer Ingenieure gegenüber der Politik, Wirtschaft und der allgemeinen Öffentlichkeit.

Unter dem Dach der Ingenieurkammer
**BERATEN, PLANEN, BAUEN,
ÜBERWACHEN, KONTROLLIEREN,
VERMESSEN und PRÜFEN**
Thüringer Ingenieure.

Darunter sind sowohl freiberufliche als auch angestellte Kammermitglieder, die in allen ingenieurtechnischen Spezialgebieten tätig sind.

Die Ingenieurkammer führt folgende Listen:

- **bauvorlageberechtigte Ingenieure**
- **Beratende Ingenieure**
- **Stadtplaner**
- **Nachweisberechtigungen für**
 - **Standicherheit**
 - **baulichen und energiesparenden Wärmeschutz**
 - **vorbeugenden Brandschutz**
- **freiwillige Mitglieder**
- **Gesellschaftsverzeichnis**



Besuchen Sie uns: www.ikth.de!

Ingenieurkammer Thüringen • Körperschaft öffentlichen Rechts

Besuchsadresse:
Flughafenstraße 4
99092 ERFURT

Postadresse:
Flughafenstraße 4
99092 ERFURT

Telefon: (03 61) 22 873 - 0
Telefax: (03 61) 22 873 - 50

info@ikth.de
www.ikth.de

Městské inženýrství Karlovy Vary 2013 – „POVODEŇ A MĚSTO“

Sborník referátů 18. mezinárodní konference

Editor: Ing. Renata Zdařilová, Ph.D.

Vydalo Informační centrum ČKAIT, s.r.o., Sokolská 15, Praha 2



1. vydání

Tisk a knihařské zpracování:

Nová tiskárna Pelhřimov spol. s r.o., Krasíkovická 1787, Pelhřimov

Náklad: 150 ks

Stran: 192

Praha, květen 2013

ISBN 978-80-87438-37-4