

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
FAKULTA EURÓPSKÝCH ŠTÚDIÍ A REGIONÁLNEHO
ROZVOJA

1127541

MOŽNOSTI OCHRANY PRED POVODŇAMI

2010

Alena HANULOVÁ

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
FAKULTA EURÓPSKÝCH ŠTÚDIÍ A REGIONÁLNEHO
ROZVOJA**

MOŽNOSTI OCHRANY PRED POVODŇAMI

Bakalárska práca

Študijný program: Ochrana pred prírodnými a hospodárskymi
katastrofami
Študijný odbor: 8.3.7 Občianska bezpečnosť
Školiace pracovisko: Katedra európskych štúdií
Školiteľ: prof. Ing. Martin Petruf, PhD.

Nitra 2010

Alena HANULOVÁ

Čestné vyhlásenie

Podpísaná Alena Hanulová vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Možnosti ochrany pred povodňami“ vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre, 21. mája 2010

.....

Alena Hanulová

Abstrakt

Povodne sa v prírode vyskytujú každoročne. Sú vyvolané rôznymi faktormi, prírodnými, ale aj ľudským. Chrániť obývané územia a poľnohospodárske pôdy sa dá viacerými spôsobmi. Výber efektívnej ochrany je podmienený viacerými faktormi, ktoré treba brať do úvahy.

Cieľom záverečnej práce bolo poukázať na príčiny vzniku povodní, rozdeliť typy povodní, zosumarizovať rôzne možnosti ochrany pred povodňami, poukázať na ich výhody, ale aj nevýhody.

Výstupom sú návrhy na využitie získaných poznatkov.

Kľúčové slová: povodeň, protipovodňové opatrenia, ochrana územia

Abstract

Every year floods occur in the nature. They are caused by different natural factors, but human factor, too. There are more ways how to protect settled areas and agricultural lands. We have to consider several factors when we want to choose the most effective flood protection.

The aim of the paper was to mention the causes of floods, to divide the types of floods, to summarize different kinds of flood protection, to point out their advantages and disadvantages.

The outcome is the suggestion for the utilization of the acquired knowledge.

Key words : flood, flood-protection arrangements, land protection

Obsah

Obsah	5
Zoznam použitých skratiek a značiek	6
Úvod.....	7
1 PREHĽAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY.....	9
1.1 Povodne - charakteristika, delenie, základné pojmy.....	11
1.2 História ochrany pred povodňami.....	16
1.2.1 Protipovodňová ochrana na Podunajskej nížine	16
1.2.2 Povodne a protipovodňová ochrana v povodí Hrona.....	18
1.3 Ochrana pred povodňami v súčasnosti.....	20
2 CIEĽ PRÁCE.....	24
3 METODIKA PACE A METÓDY SKÚMANIA	25
4 VÝSLEDKY PRÁCE	26
4.1 Spôsoby ochrany pred povodňami.....	26
4.2 Protipovodňová ochrana zvyšovaním retenčnej kapacity povodia.....	27
4.2.1 Vodozádržné opatrenia	27
4.2.2 Zvyšovanie retenčnej schopnosti povodia výstavbou poldrov	29
4.3 Technické opatrenia.....	32
4.3.1 Úprava tokov.....	32
4.3.2 Ochranné kanále	38
4.3.3 Ochranné nádrže	39
4.4 Ďalšie možnosti ochrany pred povodňami.....	40
5 DISKUSIA.....	43
6 NÁVRHY NA VYUŽITIE VÝSLEDKOV	44
7 ZÁVER	45
8 POUŽITÁ LITERATÚRA	46
Prílohy.....	48

Zoznam použitých skratiek a značiek

č. –	číslo
ha –	hektár
km –	kilometer
m –	meter
m³ · s⁻¹ –	meter kubický za sekundu
napr. –	napríklad
Obr. –	obrázok
OZ –	odštepny závod
tzv. –	takzvaný
Z. z. –	zbierka zákonov

Úvod

Povodne sprevádzajú ľudstvo od jeho samotného vzniku. Jazerá, moria i rieky, a s nimi spojené záplavy boli a sú neoddeliteľnou súčasťou prírody. Voda svojou činnosťou od počiatku menila a pretvárala povrch planéty.

Už život ľudí v starovekom Egypte závisel od povodní. Vedeli o priaznivom vplyve záplav na pôdu. Každoročne preto očakávali blahodarnú povodeň. Zaplavovaný priestor sa totiž obohacuje živinami, doplňuje sa zásoba podzemnej vody a premiestňujú sa usadené čiastočky. Keď voda opadne, je úrodnosť územia zvýšená.

Aj najstaršie kultúry v Číne vyrastali na brehoch najväčších riek: Huang-He, Jang-c'-t'iang a Si-t'iang, ktoré so sebou prinášali pravidelné záplavy. Preto zakladateľ prvej dynastie Sia údajne skrotil rieky vybudovaním hrádzí (brehov), ako aj zavlažovacích kanálov, aby sa zastavili povodne (<http://www.spsk.sk/>).

Povodne na Slovensku nie sú za posledné roky žiadnym výnimočným javom. V dnešnej dobe však zakaždým predstavujú významné riziko vzniku škôd na majetku, ohrozenie ľudskej činnosti a v neposlednom rade aj samotného života.

V minulosti sa príbytky stavali vždy blízko vody, zároveň však na vyvýšených miestach alebo mimo inundačných území, aby boli pred povodňami chránené. Dnes je to skôr naopak. Namiesto aby si ľudia prispôbili lokalizáciu svojich obydlií, menia radšej zabehnutý tok riek umelými korytami. Stavajú priehrady, voda sa zhromažďuje v rôznych nádržiach. Betónové zástavby, cesty a iné zásahy do územia znižujú jeho retenčnú schopnosť. Tým sa zároveň zväčšuje objem dažďovej vody, ktorá odtiaľto odtečie do povodí a zvyšuje jeho hladinu. Ľudia menia ustálený režim vôd tak, aby to vyhovovalo im. Nehľadí sa na to, že tieto zmeny prispievajú k zmene klímy, rôznorodosti živočíchov a rastlín, pôdy a povrchu krajiny. To ovplyvňuje množstvo zrážok, ich formu, rozloženie, tiež teplotu ovzdušia, rozdiely medzi letom a zimou,... Toto všetko má vplyv na rieky a ich správanie.

Ochrana pred povodňami sa preto stáva čoraz aktuálnejšou. Škody spôsobené povodňami sú totiž veľké, čo možno vidieť na niekoľkých príkladoch:

- November 1993 - Záplavy postihli 26 slovenských miest a obcí v povodí rieky Uh v blízkosti štátnych hraníc s Ukrajinou. Pretrhnutím hrádze vznikli škody za vyše 122 miliónov korún. Zdvihnutá hladina Dunaja poškodila ešte nedokončené objekty náhradného riešenia Vodného diela Gabčíkovo pri obci Čunovo. Vyčíslenie škôd na gabčíkovskom stavenisku predstavovalo 245 miliónov korún.

- September 1996 - Zápľavy v okrese Námestovo spôsobili materiálne škody približne osem miliónov korún. Na Kysuciach, najmä v okrese Čadca, si vyžiadali viac než 221 miliónov korún.

- Júl 1997 - Rozsiahle povodne, ktoré boli najničivejšie v susedných krajinách, v Poľsku a Českej republike, zasiahli v prvej dekáde júla aj územie Slovenska. Predbežná kvantifikácia celkových škôd dosiahla 2,3 miliardy korún. V Bošáci si povodeň vyžiadala jednu obeť, keď dvaja nezodpovední ľudia sa rozhodli na kanoe preplaviť rozvodnený potok.

- Jún 1999 - Povodne v Žilinskom kraji si vyžiadali škody za 39,5 milióna korún. Povodeň ťažko poškodila alebo úplne zničila 8 mostov a zaplavila 44 hektárov pôdy. Povodňou utrpeli aj kultúrne pamiatky. Na budove kaštieľa v Krasňanoch a na tu uložených zbierkach vznikla škoda 1,16 milióna korún. Škody na národnej kultúrnej pamiatke Historickej lesnej úvratovej železnici v Novej Vychylovke dosiahli 3,5 milióna korún.

- V roku 2003 postihli povodne 41 obcí na celom Slovensku, pričom celkovo si vyžiadali škodu za 53,7 milióna korún (www.svet.czsk.net).

Hoci zo zákona o ochrane pred povodňami číslo 7 /2010 Z. z. vyplývajú rôzne povinnosti pre obce, správcov tokov, fyzické i právnické osoby, ktoré by mali pomôcť predchádzať a znižovať následky povodní, každoročné povodne naďalej predstavujú vážnu hrozbu. Poznať aspoň základné postupy a možnosti ochrany pred povodňami zvyšuje šancu obyvateľov na efektívnejšie zamedzenie vzniku škôd na svojom majetku, prípadne aj životoch.

1 PREHĽAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

Vrána (2006) je toho názoru, že pre úvahy o tom, ako riešiť protipovodňovú ochranu, je treba si položiť otázku, či sa chceme snažiť ochrániť celé územie pred všetkými druhmi povodní alebo sa naučiť s výskytom povodní rozumne žiť. Je však logické, že absolútna ochrana územia celej republiky je nereálna a tento prístup by ani nemal byť trendom protipovodňovej ochrany. Z hľadiska plochy jednotlivých povodí by to znamenalo plošné zatrávenie či zalesnenie celého územia, a tým znemožnenie života človeka. Ochrana intravilánov obcí či miest by znamenala buď ohrádzovanie všetkých tokov alebo premiestnenie všetkých budov nad úroveň dovtedy známej hladiny. Toto riešenie tiež nie je možné, a to jednak z dôvodov finančných, tak kapacitných a navyiac by toto riešenie posunulo problém po smere toku a s ešte katastrofálnejším dopadom na nižšie položené miesta.

Vrána dodáva, že vo všetkých prípadoch sa nemôžeme zmieriť s tým, že povodne prichádzajú, vytvárajú hmotné škody alebo dokonca škody na ľudských životoch. Na druhej strane však je treba si uvedomiť, že povodne prichádzali odjakživa, prichádzali a iste budú opäť prichádzať. V každom prípade je treba sa z povodní poučiť a hlavne nezabúdať. Protipovodňové opatrenia je treba budovať v prípadoch, kedy by mohli byť ohrozené ľudské životy alebo keby dochádzalo k ohrozeniu cenných alebo významných budov či kultúrnych pamiatok. V ostatných prípadoch (a tých je výrazne viac) je treba určiť pomer medzi nákladmi a možnými škodami. Na odborníkoch z odboru meteorológie, klimatológie a vodného hospodárstva spočíva neľahká úloha zvýšiť presnosť a včasnosť predpovednej služby. Pracovníci krízových štábov potom musia s týmito informáciami dobre pracovať, včas ich predávať a dávať optimálne rozhodnutia, ako v ktorom okamžiku reagovať na vzniknutú alebo prichádzajúcu situáciu.

Abaffy, Supek, Halmo (2006) sa zhodujú, že zatiaľ sa nedá jednoznačne dokázať príčina frekvencie – vzniku povodňových situácií. Isté je ale to, že sa povodne vyskytovali v podobnom rozsahu aj v minulosti, ale v dnešnej dobe sú nimi spôsobené vyššie škody, pretože okolie riek je vo veľkej miere osídlené. Hrádze, ktoré sú vybudované pre protipovodňovú ochranu, zaručujú bezpečnosť iba do určitého stupňa, preto, ako sme sa mohli presvedčiť vo viacerých prípadoch v zahraničí ale aj u nás, nie sú stopercentnou bezpečnosťou a preto aj za hrádzami hrozí určité nebezpečenstvo. Ochrana pred povodňami je rozsiahla a z celospoločenského hľadiska významná činnosť, ktorá patrí

medzi najstaršie vedomé činnosti človeka, ktorými sa snaží systémovými opatreniami predchádzať alebo v prípade vzniku povodne aspoň redukovať alebo regulovať negatívne dôsledky vplyvu vôd ako živlu.

Minár (2005) si uvedomuje, že je potrebné, aby sa problematike povodní venovala neustála pozornosť. Pozornosť meteorológov a hydroológov sa sústreďuje najmä do dvoch smerov. Tým prvým je snaha o získanie relevantných informácií o možnom vzniku povodňovej situácie ešte počas zrážkovej udalosti. Tým druhým smerom je snaha o poznanie zrážkovo- odtokových vzťahov v rôznych krajinných typoch Slovenska s cieľom spracovania scenárov možného vývoja odtokovej situácie v závislosti na veľkosti a intenzite zrážok. Kombináciou výstupov z týchto dvoch smerov by mohli vzniknúť reálne scenáre protipovodňových opatrení pre územné celky rôznej veľkosti a hierarchickej úrovne, ale aj celé povodia či administratívne územia.

Horváthová (2003) poukazuje na to, že z pomerne krátkych období, za ktoré máme k dispozícii prietokové údaje, nie je vždy možné spoľahlivo zdôvodniť zákonitosti kolísania vodnosti, ale najmä stanovenie extrémnych hodnôt hydrologických charakteristík a pravdepodobnosti ich prekročenia, respektíve ich opakovania. Hydrologické výskumy sa preto budú musieť viac orientovať interdisciplinárne, čiže aj na využitie metód a výsledkov iných vedných disciplín. Je nesporné, že predlžovanie časového predstihu hydrologických predpovedí povodňových situácií závisí od pokroku v prehlbovaní cirkulačných pochodov v atmosfére.

Taktiež dodáva, že odhad vývoja povodňovej situácie na základe analýzy súboru historických povodní predstavuje v súčasnosti v súlade s rozvojom vedy a techniky nový prístup k predlžovaniu časového predstihu varovania pred vznikom povodňového nebezpečia. V spojení s modernými technickými prostriedkami (radary, satelitné snímky, meteorologické a zrážkovo- odtokové modely, automatizované hlásne stanice a iné) sa poznanie historických povodní stáva jedným z účinných nástrojov znižovania povodňových škôd v budúcnosti, prípadne ich zamedzenia.

Chropeň (2010) uvádza, že povodne sú prirodzený a do určitej miery predvídateľný jav. Celosvetovo sú povodne obávaným prírodným rizikom, ktoré spôsobuje najväčšie straty na ľudských životoch. Účinky klimatických zmien spôsobia v budúcnosti zvýšené riziká vzniku povodní, ktorým nemožno celkom zamedziť. Možno však znížiť povodňové riziko, prípadne frekvenciu povodní ako i výšku povodňovej vlny. viacerými spôsobmi, napríklad výstavbou hrádzí, úpravou vodných tokov a iných opatrení, ktoré výšku povodňovej vlny skôr zvyšujú a sú zamerané najmä na urýchlenie povrchového

odtoku, výstavbou priehrad, poldrov a ostatných stavebných opatrení, ktoré vodu zadržujú, alebo zvýšením retenčnej kapacity povodia umelo vytvorenými meandrami, obnovou lužných lesov so snahou zadržať vodu v povodí a odtok vody spomaliť.

1.1 Povodne - charakteristika, delenie, základné pojmy

Povodeň je zvláštnou fázou obehu vody v prírode, ktorý neprebíha časovo pravidelne a priestorovo rovnomerne. Povodeň je prechodné výrazné zvýšenie hladiny vody v toku, ktoré býva spôsobené náhlym zväčšením prietoku, pričom môže dôjsť na niektorých úsekoch toku k vybreženiu vody (vyliatiu) z koryta a k zatopeniu priľahlého územia. Povodňová situácia môže nastať aj pri náhlom zvýšení hladiny vody v dôsledku zmenšenia prietokovosti koryta, napr. pri vytvorení ľadovej zápchy, ľadovej zátarasy alebo upchatia toku inými priplavenými predmetmi (brvná, stavebný materiál a pod.). Obyčajne v záverečnej fáze ľadochodu pri oteplení dochádza k topeniu ľadu a snehu v povodí, čo vyvolá zvýšenie prietoku a môže spôsobiť aj povodeň (Horváthová, 2003).

Povodeň je všeobecne zaužívaný pojem na označenie katastrofického prírodného javu, kedy hladina vody v toku náhle stúpa, vylieva sa z koryta a zatápa inundačné územie. Ak tok nie je ohrádzovaný, zaplavuje aj širšie priľahlé územie pozdĺž toku a všetko, čo sa na tomto území nachádza (polia, lúky, cesty, ľudské obydlia, intravilány obcí so všetkou infraštruktúrou). Zvýšenia hladiny môže byť spôsobené aj vzduťím, ktoré nastáva pri náhlom zmenšení prietokového profilu. Vzduťie a v jeho dôsledku aj povodňová situácia môže nastať aj upchatím napríklad mostného profilu rôznymi plávajúcimi predmetmi (drevoz, konármi stromov a pod.). Povodne spôsobené vzduťím sú miestneho významu a postihujú iba krátky úsek toku (Makel', 2003).

Zákon číslo 7/2010 Z. z. o ochrane pred povodňami charakterizuje povodne nasledovne:

Povodňou je dočasné zaplavenie územia, ktoré zvyčajne nie je zaliate vodou. Povodeň vzniká, keď

- a) sa prechodne výrazne zvýši hladina vodného toku a bezprostredne hrozí vyliatie vody z koryta vodného toku alebo sa voda z koryta vodného toku už vylieva,
- b) je dočasne zamedzený prirodzený odtok vody zo zrážok alebo topenia snehu do recipientu a dochádza k zaplaveniu územia vnútornými vodami; vnútorné vody sú vody, ktoré sa vyskytujú na území chránenom hrádzami alebo protipovodňovými líniami, najmä vody, ktoré nemôžu odtekať prirodzeným spôsobom pri zvýšenom stave vody v recipiente,

vody z intenzívnej zrážkovej činnosti alebo topenia snehu na území bez možnosti odtoku prostredníctvom vodného toku,

c) hrozí vyliatie vody z koryta vodného toku alebo sa voda z koryta vodného toku vylieva v dôsledku chodu ľadov, vzniku ľadovej zátarasy, ľadovej zápchy alebo vytvorenia iných prekážok v koryte vodného toku, na mostoch, priepustoch alebo na zaplavovanom území,

d) sa zaplavuje územie následkom intenzívnych zrážok alebo hromadenia sa vody z topiaceho sa snehu,

e) sa zaplavuje chránené územie v dôsledku vystúpenia hladiny podzemnej vody nad povrch terénu, ktoré spôsobuje dlhotrvajúci vysoký vodný stav vo vodnom toku; chránené územie na účely tohto zákona je územie, ktoré ochraňuje vodná stavba alebo iná stavba pred účinkami povodní, alebo

f) hrozí vyliatie vody z koryta vodného toku alebo sa voda z koryta vodného toku vylieva v dôsledku poruchy alebo havárie na vodnej stavbe.

Uvedený zákon vymedzuje pojem nebezpečenstva povodne ako situáciu charakterizovanú najmä

a) možnosťou výskytu extrémnych zrážok, náhleho topenia snehu alebo rýchleho stúpania hladín vo vodných tokoch,

b) dlhotrvajúcimi atmosférickými zrážkami a následným zvýšeným odtokom vody,

c) zvýšeným odtokom vody z topiaceho sa snehu,

d) rýchlym stúpaním hladiny vody alebo prietoku vo vodnom toku, pri ktorom sa očakáva dosiahnutie stupňov povodňovej aktivity,

e) vznikáním prekážky, ktorá obmedzuje plynulé prúdenie vody v koryte vodného toku, na moste, priepuste alebo na povodňou zaplavovanom území,

f) nebezpečným chodom ľadov s možnosťou vzniku ľadovej zátarasy, ľadovej zápchy,

g) poruchou alebo haváriou na vodnej stavbe alebo vodnej elektrárni na vodnom toku.

Každá povodeň má svoje zvláštnosti, iné podmienky vzniku, iný priebeh. Základnými príčinami vzniku povodní sú:

- dlhotrvajúce zrážky na rozsiahlom území alebo topenie snehu v povodiach, alebo ich kombinácia, ktoré zasahujú veľké územné celky
- lokálne (miestne) krátkotrvajúce intenzívne lejaky, ktorých účinkov sa obmedzuje na relatívne malé územia

- v dôsledku dočasného prirodzeného alebo umelého prehradenia toku alebo zúženia prietokového profilu dochádza ku vzdutiu a stúpnutiu hladiny vody v toku (Makel', 2003).

Podľa príčin vzniku možno vyčleniť niekoľko druhov povodní:

- Krátkodobé prívalové dažde veľkej intenzity spôsobujú najmä na krátkych úsekoch horných častiach tokov (na malých povodiach) prívalové povodne krátkeho trvania s veľkým prietokom a relatívne veľkými hospodárskymi škodami. Nebezpečnosť výskytu takéhoto druhu povodní spočíva v ich nečakanom a veľmi rýchlom nástupe, čo sťažuje varovanie a výstrahy.
 - Trvalejší regionálny dážď spôsobuje regionálne povodne s pozvoľnejším nástupom, dlhším trvaním a postihnuté sú väčšie povodia či oblasti alebo celé regióny. Pozvoľnejší nástup povodne umožňuje poskytnúť varovania a výstrahy.
 - Pri väčších zásobách snehu v snehovej pokrývke a náhlom oteplení dochádza k zvýšenému odtoku, ktorý pri súčasnom výskyte tekutých zrážok môže dosahovať až povodňový charakter. Tieto povodne označujeme ako zimno – jarné.
 - Po tuhých zimách, keď rieky zamrzajú, dochádza pri jarnom otepľovaní k zvyšovaniu hladín v toku, ľad sa láme a voda ho odplavuje. V zúžených profiloch tokov, na mostných objektoch, prípadne v ostrejších zákrutách sa môžu ľadové kryhy nahromadiť, vytvoriť ľadovú zápchu, zvýšiť (vzduť) hladinu a vytvoriť až povodňovú situáciu. Hovoríme o ľadových povodniach, ktoré nepostihujú celý tok, ale len jeho časť v mieste nad ľadovou zápchou (Makel', 2003).

Prívalové povodne sú veľmi rýchle a mimoriadne ničivé, po 10 – 15 km doznievajú a najmä v týchto miestach zanechávajú množstvo usadeného bahna.

Regionálne povodne môžu byť skoro rovnako ničivé, a to hlavne vo vrcholových častiach povodí, ak regionálne zrážky, ktoré ich spôsobujú sú na svojom počiatku mimoriadne intenzívne. Pretože regionálne povodne vznikajú najmä po dlhotrvajúcich zrážkach na veľkých územiach, rozvodnia sa celé toky alebo ich časti vo veľkých povodiach. Ich nástup je pozvoľnejší. Nebezpečenstvo z prúdiacej vody hrozí najmä v blízkosti tokov, ktorých povodia boli zrážkami zasiahnuté. V širšom území k toku sú hrozbou hlavne záplavy. Voda v týchto zatopených územiach ďalej od hlavných tokov prúdi len veľmi pomaly, alebo neprúdi vôbec. Ku škodám dochádza najmä preto, že

objekty, polia, záhrady sú zatopené dlhší čas (často, až pokým sa voda nevyparí, alebo ju neodčerpáme). Tiež preto, že voda v záplavách môže byť silne znečistená, že nám znehodnotí zdroje pitnej vody, poškodí, prípadne vyradí cestné alebo železničné komunikácie na dlhší čas, zničí úrodu v zaplavených územiach (Makel', 2003).

Z vyššie uvedených definícií a rozdelení povodní dedukujem, že vznik povodní podmieňujú viaceré faktory. Medzi najvýznamnejšie možno zaradiť najmä dlhotrvajúce a výdatné zrážky, ktoré spôsobujú rýchle vzdušenie hladín tokov. Na jar bývajú povodne vyvolané topením snehov, častou príčinou vybreženia vody z koryta sú ľadové bariéry a zátaras. Pri odmaku sa ľadová vrstva na toku poláme a odplavujúce kusy ľadu sa v zúžených prietochných profiloch zachytávajú, hromadia a znemožňujú plynulý odtok vody z územia.

Povodne z hľadiska zlyhania ľudského faktoru vznikajú pri poruchách na vodohospodárskych stavbách. Pri pretrhnutí stien hrádzi vznikajú povodňové vlny, ktoré sú veľké tak do objemu, tak rýchlosť ich prechodu územím je mnohonásobne vyššia, než pri iných druhoch povodní.

Základné pojmy súvisiace s povodňami definované v zákone č. 7/2010 Z. z.:

– povodňová situácia je stav, keď hrozí nebezpečenstvo vzniku povodne alebo povodeň už vznikla,

– mapa povodňového ohrozenia - sa vypracuje v najvhodnejšej mierke pre každú geografickú oblasť, v ktorej existuje potenciálne významné povodňové riziko alebo v ktorej možno predpokladať, že je pravdepodobný výskyt povodňového rizika, zobrazuje možnosti zaplavenia územia

a) povodňou s malou pravdepodobnosťou výskytu, ktorou je

1. povodeň, ktorá sa môže opakovať priemerne raz za 1 000 rokov alebo menej často,
2. povodeň s výnimočne nebezpečným priebehom,

b) povodňou so strednou pravdepodobnosťou výskytu, ktorá sa môže opakovať priemerne raz za 100 rokov,

c) povodňami s veľkou pravdepodobnosťou výskytu, ktoré sa môžu opakovať priemerne raz za 50, 10 a päť rokov.

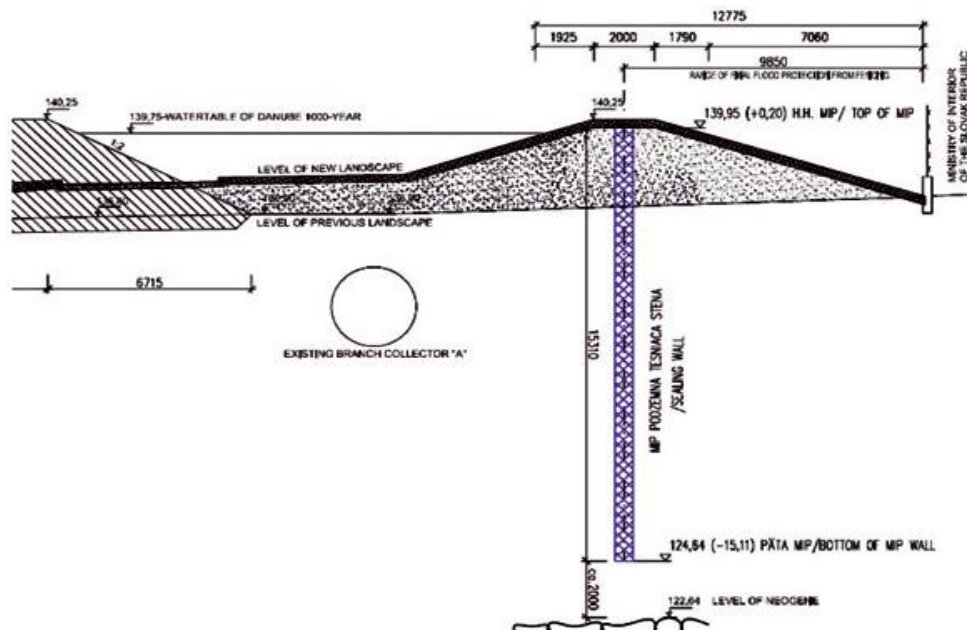
– mapa povodňového rizika obsahuje údaje o potenciálne nepriaznivých dôsledkoch záplav spôsobených povodňami, ktoré sú zobrazené na mapách povodňového ohrozenia,

- stupne povodňovej aktivity - charakterizujú mieru nebezpečenstva povodne, ktorá je vyjadrená určenými vodnými stavmi alebo prietokmi vo vodných tokoch a na vodných stavbách,
- povodňovou prehliadkou sa zisťujú nedostatky na vodných tokoch, stavbách, objektoch a zariadeniach, ktoré sú umiestnené na vodných tokoch, v inundačných územiach alebo v územiach ohraničených záplavovou čiarou povodne so strednou pravdepodobnosťou výskytu, ktoré by mohli spôsobiť alebo zvýšiť povodňové riziko,
- predpovedná povodňová služba poskytuje informácie o meteorologickej situácii a o hydrologickej situácii, nebezpečenstve povodne, vzniku povodne a o ďalšom možnom vývoji meteorologických podmienok a hydrologických podmienok, ktoré ovplyvňujú priebeh povodne,
- hlásna povodňová služba prijíma a poskytuje informácie súvisiace s možným vznikom povodňovej situácie alebo so vznikom mimoriadnej udalosti, na základe ktorých sa s využitím informačného systému civilnej ochrany zabezpečí včasné varovanie obyvateľstva, vyzoznenie orgánov ochrany pred povodňami, orgánov štátnej správy, zložiek Hasičského a záchranného zboru a obcí na povodňou ohrozenom území,
- hliadková služba sleduje vývoj povodňovej situácie a zisťuje údaje potrebné na výkon hlásnej povodňovej služby, varovania obyvateľstva a na riadenie a koordináciu vykonávania povodňových zabezpečovacích prác a povodňových záchranných prác,
- povodňové zabezpečovacie práce - povodňovými zabezpečovacími prácami sa predchádza vzniku povodňových škôd. Povodňové zabezpečovacie práce sa vykonávajú na vodných tokoch, stavbách, objektoch alebo zariadeniach, ktoré sú umiestnené na vodných tokoch alebo v inundačných územiach a v povodňou ohrozených územiach s cieľom zabezpečiť plynulý odtok vody, chrániť stavby, objekty a zariadenia pred poškodením povodňou a zabezpečiť funkciu ochranných hrádzí a protipovodňových línií,
- povodňové záchranné práce sa vykonávajú na záchranu životov, zdravia, majetku, kultúrneho dedičstva a životného prostredia v čase nebezpečenstva povodne, počas povodne a po povodni na povodňou ohrozených územiach a na povodňou zaplavených územiach,
- ochrana pred povodňami - sú činnosti, ktoré sú zamerané na zníženie povodňového rizika na povodňami ohrozovanom území, na predchádzanie záplavám spôsobovanými povodňami a na zmierňovanie nepriaznivých následkov povodní na ľudské zdravie, životné prostredie, kultúrne dedičstvo a na hospodársku činnosť.

1.2 História ochrany pred povodňami

1.2.1 Protipovodňová ochrana na Podunajskej nížine

Podunajskou nížinou už podľa názvu preteká rieka Dunaj. Na slovenskom území je tok Dunaja splavný, tým poskytuje významné dopravné možnosti nielen na osobnú, ale aj nákladnú prepravu. Ako na iných riekach, aj na Dunaji nie sú povodňové situácie výnimočné, preto sa v minulosti pristupovalo k stavaniu ochranných hrádzi, ktoré sa v súčasnosti opravujú a realizujú sa modernejšie protipovodňové opatrenia, napr. v súčasnosti prebieha výstavba podzemnej tesniacej steny v Bratislave (Obr. 1).



Obrázok 1 Priečný rez podzemnou tesniacou stenou

Zdroj: <http://www.asb.sk/>

Úlohou týchto stien je zvýšenie nepriepustnosti telesa zemných hrádzi. V niektorých úsekoch tvorí vystužená podzemná tesniaca stena základy pre nadzemné protipovodňové múriky, má aj statickú funkciu (Chropeň, 2010).

Povodňové situácie v povodí Dunaja sú špecifické svojou veľkosťou, rozsahom zaplaveného územia, výškou škôd a pod. Existencia agradačného valu samotného toku komplikovala a ďalej komplikuje ochranu. Napriek navyšovaniu ochranných hrádzi dochádzalo k ich preliatiu, resp. k pretrhnutiu. História protipovodňových opatrení v tejto oblasti je asi rovnako stará ako samotné osídlenie tohoto územia (Minár, 2005).

Začiatky ochrany pred povodňami na Žitnom ostrove siahajú do 15. storočia. Budovanie ochranných línií zabezpečovali jednotlivé župy nekoordinovane. Častým

dôsledkom týchto nekoordinovaných prác bolo to, že vody, ktoré sa dostali do chráneného územia cez vynechané otvory, zaplavili nižšie položené územie komárňanskej župy a spôsobovali veľké škody. Výška hrádzí nebola jednotná ani na území jednej župy a ich trasovanie bolo prispôbené výškovým pomerom terénu, ako aj záujmom jednotlivých obcí (Horváthová, 2003).

V roku 1732 úplne zanikli funkcie riaditeľa a dozorca hrádzí a jednotlivé prípady poškodenia hrádzí vyšetrovali a riadili župan, slúžny a jeden inžinier. Okrem sanovania pretrhnutých hrádzí títo inžinieri sa zaoberali aj úpravami tokov, najmä na ochranu podmývaných brehov v blízkosti ochranných hrádzí a obcí. Tieto výhony budovali pomocou kolov a fašín, ktoré nemali dlhú životnosť (Füry, 1998).

Ochranné hrádze boli vybudované bez ohľadu na požiadavky potrebné na úpravu toku, ich trasovanie sledovalo a vo väčšine prípadov dodnes sleduje meandrovanie krajných ramien Dunaja. Šírka inundácie sa nepravidelne pohybovala do vybudovania vodného diela Gabčíkovo v rozmedzí od 1,1 do 5,7 km. Takto situované ochranné hrádze nezabezpečovali rovnomerné odvádzanie povodňových prietokov v súčinnosti s korytom strednej vody. Prúdnicia povodňových prietokov na viacerých miestach pod veľkým uhlom pretínala prúdnicu strednej vody, a tak nepriaznivo ovplyvňovala vytváranie vhodných prietokových pomerov (Horváthová, 2003).

Katastrofy spôsobené povodňami vyvolali neskôr potrebu vytvorenia spoločnej ochrany proti povodňiam vo forme založenia vodných družstiev. V roku 1893 ministerstvo nariadilo zvýšenie hrádzí, pretože medzitým budované hrádze na pravej strane Dunaja a na pravej strane Váhu zdvihli povodňové hladiny. V tomto období rozdelili hrádze na povodňové úseky, vybudovali na korune hrádzí povodňové telefónne linky medzi prvými organizáciami v Uhorsku a pri ochranných hrádzach postavili strážne domky vzdialené od seba cca 8 – 10 km (Füry, 1998).

Po vybudovaní súvislých ochranných hrádzí okolo Žitného ostrova najväčším problémom bolo odvádzanie vnútorných vôd z chráneného územia, ktoré pravidelne zaplavovali pozemky a často aj intravilány obcí aj vtedy, keď ochranné hrádze sa nepretrhli. Cez vybudované hrádze výpusty sa dali odvádzat' vnútorné priesakové vody len potom, keď vody v recipientoch (Dunaj, Malý Dunaj a Váh) zaklesli nižšie ako hladiny vnútorných vôd. Takéto odvádzanie vôd bolo pomalé a málo účinné. Prvú čerpaciu stanicu na prečerpávanie vnútorných vôd s parným pohonom postavili na území spravovanom Povodím Dunaja v Žitavskej Tóni pri ústí Žitavy do Dunaja (Horváthová, 2003).

Povodeň v roku 1897, ale najmä povodeň v roku 1899, ktorá zodpovedala vtedy asi storočnej vode, zaplavila pretrhnutím dunajskej hrádze pri Čičove asi 50 000 ha, a tak sa stal znova aktuálny problém ochrany proti povodňam. Ukázalo sa, že okrem nedostatočného odvádzania vnútorných vôd, ani ochranné hrádze neposkytujú dostatočnú bezpečnosť, pretože ich výška a priečny profil je nevyhovujúci. Znovu bolo nariadené zvýšenie a zosilnenie hrádzí. Hrádze Dunaja boli zosilnené v rokoch 1900 až 1903, vážske a malodunajské hrádze v rokoch 1904 až 1906. Do roku 1954 sa nevykonali na hrádzach žiadne práce väčšieho rozsahu. V tom roku sa vyskytla veľká povodeň. Hrádze Žitného ostrova odolali napriek tomu, že boli úseky, kde voda siahala až po ich korunu. Na niektorých úsekoch bolo teleso hrádze úplne rozmočené a museli byť chránené proti rozplaveniu. Na ľavej strane Dunaja priesakové vody zaplavili väčšinu pridunajských obcí a vyše 60 000 ha pozemkov a poľnohospodárskej pôdy. Znovu bolo potrebné pristúpiť k zvyšovaniu a zosilneniu hrádzí. Za smerodajnú bola určená hladina z roku 1954 a koruny hrádzí sa zvýšili o 1 m nad túto hladinu (Füry, 1998).

Po povodni v roku 1965 boli hrádze na Dunaji rekonštruované na úseku dlhom 142 km, okrem toho bola vybudovaná hrádza okolo mesta Štúrovo a vo výustnej časti Hrona v dĺžke 8 km. V tejto oblasti boli vybudované aj čerpacie stanice na odvedenie vnútorných vôd. Okrem uvedených technických opatrení, prijatých československou vládou po prerokovaní podrobnej správy o povodni z roku 1965, prijala aj organizačné a legislatívne opatrenia. Medzi legislatívne opatrenia je treba zaradiť prípravu nového federálneho zákona o vodnom hospodárstve. Na tento základný zákon potom nadväzoval celý rad ďalších predpisov, medzi nimi najmä Nariadenie vlády Slovenskej republiky o ochrane pred povodňami č. 32 z roku 1975. Medzi organizačné opatrenia je potrebné zaradiť vytvorenie vodohospodárskych organizácií pre správu vodných tokov v roku 1966, členených podľa hydrologických povodí (Füry, 1998, Horváthová, 2003).

1.2.2 Povodne a protipovodňová ochrana v povodí Hrona

Prírodné podmienky v povodí Hrona vytvárajú extrémne vodohospodárske pomery. Za veľkých vôd presahujú prietoknú kapacitu korýt vodných tokov a zatápajú priľahlé územia, čím spôsobujú značné škody a národohospodárske straty. Extrémne odtoky majú za následok aj eróziu činnosť, prejavujúcu sa vymieľaním dna korýt, podmieľaním brehov a vyvolávajú ďalšie sprievodné javy, ako je zamokrenie priľahlých pozemkov. Preto hlavnou úlohou vodného hospodárstva v Povodí Hrona je zabrániť technickými a

biotechnickými opatreniami takýmto škodám, alebo ich znížiť na minimálnu, ekonomicky únosnú mieru (Medrický, 1998).

Povodie Hrona Od jeho vzniku v roku 1966 bolo zaznamenaných v jeho územnej pôsobnosti 36 povodní. Povodňová situácia, tentokrát ľadová, vznikla v januári 1968 na toku Hron v okrese Žiar nad Hronom a Levice. Ľadové záatarasy sa uvoľňovali za vojenskej výpomoci. Obdobná povodňová aktivita vznikla koncom februára a začiatkom marca 1969 v dôsledku tvorby ľadových záatarasov v povodí Hrona v okrese Levice, Ipľa v okrese Lučenec. Pri odstraňovaní ľadových záatarasov aj tu boli nápomocné vojenské jednotky (Munkáči- Rigo, 1998).

Pri októbrovej povodni v roku 1974, ktorá zasiahla celé spravované územie a bola označená ako katastrofálna, dochádzalo k vybrežovaniu v celom inundačnom území tokov. Voda sa vylievala z prietočného profilu nielen v neupravených úsekoch, ale aj v úsekoch upravených s navrhovaným storočným prietokom. Boli poškodené ochranné hrádze preliatím, pretrhnutím, vývermi, nátržami aj napriek vykonaným zabezpečovacím prácam. Na mnohých úsekoch ochranných systémov bolo potrebné prekovať hrádzu pre odvedenie vnútorných vôd do recipientu (Munkáči- Rigo, 1998).

Povodeň v roku 1974 bola prvou veľkou previerkou pripravenosti podniku na jej riešenie. Vyvolala činnosť v ochrane pred povodňami v takom rozsahu, ktorú podnik dovtedy nepoznal. Skúsenosti a poznatky Povodia Hrona a následky povodne na území v údolí vodných tokov viedli k prijatiu a realizovaniu opatrení, ku ktorým patrilo prehodnotenie hydrologických charakteristík, vybudovanie rádiového spojenia ochrany pred povodňami, zahájenie výstavby povodňových dvorov na závodoch, budovanie povodňových dispečingov a postupná výstavba úprav vodných tokov a ich ochranných hrádzí (Munkáči- Rigo, 1998).

Za obdobie správcovstva Povodia Hrona, hlavne však po povodni v roku 1974, boli vybudované rozsiahle ochranné systémy a úpravy tokov. Na rieke Hron vybudovanými ohradzovaniami a korytovými úpravami sú ochránené pred povodňovými prietokmi všetky obce od Kamenína po Brezno. Realizovaním uvedených preventívnych opatrení sa následky povodní v týchto úsekoch minimalizovali. K najväčším záplavám však naďalej dochádza v povodí toku Hron v jeho neupravených úsekoch okresu Levice. Toky sú v prevažnej miere cez intravilány obcí neupravené a predchádzajúcim správcom neudržované. Pri povodniach dochádza k vybrežovaniu vody a zaplavovaniu priľahlých území (Munkáči- Rigo, 1998).

V súvislosti s úpravárskymi prácami sa skvalitňovala aj organizácia ochrany pred povodňami. V súčasnosti OZ Povodie Hrona má zabezpečené moderné rádiové spojenie umožňujúce nerušenú komunikáciu zložiek zapojených do systému ochrany pred povodňami na 95 % územia. OZ vlastní dostatok mechanizmov, dopravných prostriedkov a inej techniky potrebných pre úspešné zvládnutie zabezpečovacích prác. Ďalej disponuje odbornými pracovníkmi k nasadeniu na povodňové úseky, ktorých odbornosť sa každoročne preveruje. Všetky tieto skutočnosti dávajú dostatočnú záruku pre zvládnutie povodňových situácií aj v budúcnosti (Munkáči- Rigo, 1998).



Obrázok 2 Ľadová povodeň pri Kozárovciach

Zdroj: Bedej, 2009

Na obrázku 2 vidieť následky ľadovej povodne, ktorá vznikla v noci z 22. na 23. január 2009 pri Kozárovciach, okres Levice. Príčinou bolo upchatie koryta rieky Hron ľadovými kryhami pod železničným mostom medzi Kozárovcami a Tlmačami. Voda sa vyliala na cestu, prerušila aj železničnú dopravu a zatopila rodinné domy, nachádzajúce sa v blízkosti vodného toku.

1.3 Ochrana pred povodňami v súčasnosti

Vzniku povodní sa dá len veľmi ťažko zabrániť, vhodnými opatreniami je však možné do istej miery tým najťažším škodám predísť. Realizácia týchto opatrení však vo väčšine prípadov nie je jednoduchou a hlavne lacnou záležitosťou, preto je potrebné

posudzovať nielen technickú účinnosť zvoleného riešenia, ale i jeho ekonomickú efektívnosť, ktorá zohľadňuje prínos opatrení k nákladom na jeho realizáciu a prevádzku (Hromádka- Korytárová, 2009).

Obce či mestá sú väčšinou situované neďaleko potokov a riek. Pri častých a intenzívnych zrážkach sa voda z koryta tokov môže vyliatť a spôsobovať obyvateľom okolitých obcí problémy. Preto je dôležité chrániť ľudí i majetok pred týmto živlom úpravami tokov a inou protipovodňovou ochranou (Hrabovský, 2008).

Podľa zákona 7/2010 Z. z. opatrenia na ochranu pred povodňami sa vykonávajú preventívne, v čase nebezpečenstva povodne, počas povodne a po povodni. V súčasnosti preventívnymi opatreniami zo zákona 7/2010 Z. z. sú:

- a) opatrenia, ktoré spomaľujú odtok vody z povodia do vodných tokov, zvyšujú retenčnú schopnosť povodia alebo podporujú prirodzenú akumuláciu vody v lokalitách na to vhodných a ktoré chránia územie pred zaplavením povrchovým odtokom, ktorým je zložka celkového odtoku odtekajúca z povodia po povrchu terénu do vodných tokov alebo iných vodných útvarov, ako sú úpravy v lesoch, úpravy na poľnohospodárskej pôde a úpravy na urbanizovaných územiach,
- b) opatrenia, ktoré znižujú maximálny prietok povodne, ako je výstavba, údržba, oprava a rekonštrukcia vodných stavieb a poldrov; polder je vodná stavba na ochranu pred povodňami, ktorej súčasťou je územie určené na zaplavenie vodou pre potreby sploštenia povodňovej vlny,
- c) opatrenia, ktoré chránia územie pred zaplavením vodou z vodného toku, ako je úprava vodných tokov, výstavba, údržba, oprava a rekonštrukcia ochranných hrádzí alebo protipovodňových línií pozdĺž vodných tokov,
- d) opatrenia, ktoré chránia územie pred zaplavením vnútornými vodami, ako je výstavba, údržba, oprava a rekonštrukcia zariadení na prečerpávanie vnútorných vôd,
- e) opatrenia, ktoré zabezpečujú prietokovú kapacitu koryta vodného toku, ako je odstraňovanie nánosov z koryta vodného toku a porastov na brehu vodného toku; breh je postranné obmedzenie koryta vodného toku od jeho dna po brehovú čiaru,
- f) vypracovanie, prehodnocovanie a aktualizácie plánov manažmentu povodňového rizika vrátane predbežného hodnotenia povodňového rizika a vyhotovovania máp povodňového ohrozenia a máp povodňového rizika,
- g) vypracúvanie a aktualizácie povodňových plánov,
- h) vykonávanie predpovednej povodňovej služby,
- i) vykonávanie povodňových prehliadok,

j) iné preventívne opatrenia na zníženie povodňového rizika.

Povodňové zabezpečovacie práce uvedené v zákone č. 7/2010 Z. z. sú:

- a) vykonávanie hliadkovej služby,
- b) odstraňovanie prekážok obmedzujúcich plynulý odtok vody,
- c) ochrana koryta vodného toku pred poškodzovaním vodným prúdom, predmetmi unášanými vodou alebo ľadmi,
- d) odstraňovanie ľadových krýh, rozrušovanie a nasekávanie ľadu, rozrušovanie ľadových zátarás a ľadovej zápchy,
- e) ochrana hrádzi proti vlnobitiu, priesaku, účinkom erózie, výverom a ochrana proti preliatiu koruny hrádze a výstavba provizórnych prístupových ciest na tieto účely,
- f) mimoriadna manipulácia na vodných stavbách,
- g) uzavieranie prietrží hrádzi alebo protipovodňových línií,
- h) odvádzanie vôd zo zaplaveného územia, zaplavených stavieb, objektov a zariadení,
- i) odvádzanie alebo odčerpávanie vnútorných vôd,
- j) budovanie druhotných ochranných línií,
- k) provizórne sprietočnenie zanesených korýt vodných tokov,
- l) zriadenie provizórnych hradení na vodných stavbách a na objektoch, ktoré sú umiestnené na hrádzach,
- m) opatrenia proti spätnému vzdutiu vody na vyústeniach kanalizácií do vodného toku a na priepustoch pod cestami a železničnými traťami,
- n) opatrenia na zamedzenie znečisteniu vodného toku nebezpečnými látkami pri zaplavení územia,
- o) činnosť povodňových dispečingov a technických štábov,
- p) činnosť predpovednej povodňovej služby,
- q) mimoriadne merania na posúdenie bezpečnosti a stability vodných stavieb,
- r) označovanie a meranie výšky hladiny na vodných tokoch, ochranných hrádzach a protipovodňových líniách počas povodne vrátane záznamov o čase merania,
- s) meranie prietoku vody vo vodných tokoch a na objektoch vodných stavieb,
- t) pozemné merania, letecké merania a prieskumy v súvislosti so sledovaním vývoja povodne a získavaním informácií pre rozhodnutia o realizácii opatrení,
- u) iné práce vykonané na príkaz orgánu ochrany pred povodňami a iné práce na predchádzanie vzniku povodňových škôd.

Povodňovými záchrannými prácami zo zákona č. 7/2010 Z. z. sú:

- a) hlásna povodňová služba,
- b) ochrana a zachraňovanie majetku vrátane prípadného predčasného zberu úrody ohrozenej povodňou,
- c) odsun nebezpečných látok z predpokladaného dosahu záplavy územia povodňou,
- d) provizórne dopravné prístupnenie oblasti, ktorá bola povodňou odrezaná, vrátane výstavby provizórnych mostných objektov alebo lávok,
- e) ochrana vodných zdrojov a rozvodov pitnej vody, elektrickej energie, plynu a telekomunikačných sietí pred poškodením povodňou,
- f) evakuácia,
- g) zabezpečenie verejného poriadku na území postihnutom povodňami,
- h) odstraňovanie naplavenín z domov, iných objektov, verejných priestranstiev a komunikácií,
- i) zabezpečovanie poškodených stavieb proti zrúteniu alebo ich asanácia,
- j) iné práce na záchranu životov, zdravia, majetku, kultúrneho dedičstva a životného prostredia vykonané na príkaz obce, orgánu ochrany pred povodňami počas III. stupňa povodňovej aktivity alebo na príkaz obvodného úradu, obvodného úradu v sídle kraja alebo obce podľa osobitného predpisu počas mimoriadnej situácie.

2 CIEĽ PRÁCE

Predmetom riešenia mojej práce na tému ochrany pred povodňami sú povodne (ako prírodou, ale i človekom vyvolaný živel, ktorý každoročne ohrozuje životy ľudí a spôsobuje rozsiahle škody na majetkoch) a spôsoby predchádzania, resp. obmedzenia ich deštruktívneho vplyvu na postihnuté územie.

Ako čiastkové ciele sú v mojej práci definované nasledovné:

- charakterizovanie možností ochrany pred povodňami,
- popis jednotlivých spôsobov ochrany, technických, lesníckych a iných,
- možnosti využitia konkrétnych protipovodňových opatrení.

3 METODIKA PACE A METÓDY SKÚMANIA

V rámci prípravy na vypracovanie bakalárskej práce sme najprv vyhľadali dostupné informácie k zadanej problematike.

Ako primárny zdroj informácií sme použili najmä tlačené publikácie z knižníc, odborné knihy, zborníky z vedeckých konferencií, zaoberajúcich sa zadanou problematikou.

Ďalším zdrojom podkladových informácií pre prácu boli on-line dokumenty, príspevky a články na internete.

Vopred sme si premysleli približnú štruktúru a obsah bakalárskej práce, ktoré sme chceli dosiahnuť.

Pripravili sme si osnovu práce, vytýčili konkrétnejšie okruhy riešenej problematiky.

Zadovážené podklady sme preštudovali a podľa osnovy si vybrali relevantné kapitoly kníh, príspevky v zborníkoch, časti článkov a internetových príspevkov.

Získané informácie sme vytriedili, získané poznatky sme zosumarizovali, skompletizovali a vyhodnotili.

V procese vypracovávania bakalárskej práce sme využili nasledovné metódy skúmania:

- analýza – možnosti riešenia práce sú veľmi rozsiahle, preto sme využili analýzu danej témy ochrany pred povodňami na bližšie určenie jednotlivých častí problematiky, ktoré sme v práci vytýčili s cieľom detailnejšie ich popísať,
- syntéza – získané poznatky k jednotlivým častiam práce sme spracovali do ucelených kapitol.

4 VÝSLEDKY PRÁCE

4.1 Spôsoby ochrany pred povodňami

Spôsob ochrany územia proti povodniam závisí od hospodárskeho významu a veľkosti chráneného územia a od príčiny spôsobujúcej povodne. Základ ochrany tvorí ochrana proti cudzím vodám, to sú vody, ktoré vo forme zrážok spadli mimo záujmové (chránené) územie (Poledňák, 2006).

Ochrana územia môže byť úplná alebo čiastočná. Ak chránime územie od každej, teda aj od najväčšej vody, je to ochrana úplná. Ak sa územie chráni len od vôd určitej výšky a záplavy pri vyšších vodných stavoch sa pripúšťajú, ide o ochranu čiastočnú. I pri úplnej ochrane sa uvažuje len s určitou výškou povodňovej vlny, ktorá sa určuje na základe prijateľného rizika podľa predchádzajúcich meraní a bezpečnostných predpokladov. (Poledňák, 2006).

Ochrana sa zabezpečuje predovšetkým poľnohospodárskymi a lesníckymi opatreniami. Cieľom týchto opatrení je možnosť zvýšeného zadržania vlhky v povodí, zníženie odtoku, a tým aj množstva prívalových vôd. V akútnych prípadoch sa požadovaná ochrana zabezpečuje technickými opatreniami. Základnými technickými spôsobmi proti povodniam sú :

- a) úprava tokov,
- b) ochranné kanále,
- c) ochranné nádrže (Poledňák, 2006).

Z rozdelenia spôsobov ochrany proti povodniam, uvedených v súbore prednášok od prof. Ing. Poledňáka, PhD, vyplýva, že pre správne zvolenie efektívnej ochrany je potrebné poznať charakteristiku zvoleného územia, ako je napríklad výskyt a mohutnosť zrážok, infiltračná schopnosť pôdy, vegetácia či rozloha zastavaných plôch, pretože nielen tieto spomínané faktory ovplyvňujú zadržiavanie a povrchový odtok vody z územia.

Pri zastavaných oblastiach v krajine sa napríklad zvolia skôr technické opatrenia na ochranu pred povodňami, naopak v hospodárskych oblastiach efektívne poslúžia aj poľnohospodárske a lesnícke opatrenia

Taktiež je dôležité si zvoliť, či ochrana má byť úplná alebo čiastočná. Pri rozhodovaní by sa mali brať do úvahy poznatky z predchádzajúcich skúseností s povodňovou situáciou v danom území, ako často sa povodne vyskytujú a či ide o povodne s menšou prietokovou vlnou, ktoré sa môžu vyskytnúť častejšie, alebo s vyššou,

ktorých periodicita býva zvyčajne menšia. V takých prípadoch sa potom rozhoduje aj na základe významu chránenej oblasti. Ak sa v lokalite nachádzajú dôležité alebo cenné kultúrne pamiatky, mala by sa zvoliť ochrana aj proti väčším prietokom, pretože následky (nielen finančné) by boli porovnateľne vyššie oproti iným oblastiam.

4.2 Protipovodňová ochrana zvyšovaním retenčnej kapacity povodia

Celoplošná ochrana vodných zdrojov spočíva v spomaľovaní odtoku zo zrážok a zvyšovaní infiltrácie do podzemia, znižovaní povodňových prietokov, podpory biodiverzity a ekologickej stability. Pre potreby ochrany území pred povodňami je vhodné vychádzať z čiary prekročenia denných prietokov, ktorá je funkciou nielen geografických charakteristík povodia, ale taktiež aj funkciou stavu krajinej štruktúry, ktorá ovplyvňuje rýchlosť odtoku dažďových vôd z mikropovodia (Kravčík, 2000).

4.2.1 Vodozádržné opatrenia

Jedná sa o celý komplex vodozádržných opatrení, ktoré je možné zhrnúť do nasledujúcich techník:

- Zasadkové pásy po vrstevniciach doplnené líniovou zeleňou pre spomalenie rýchleho splachu dažďových vôd z poľnohospodársky obrábaných pôd. Zasadkové pásy by výrazne prispeli k diverzifikácii poľnohospodárskej krajiny a postupným vytvorením svahových terás by mohli mať pozitívny vplyv na hydrologický režim dažďových vôd, erózne procesy a biodiverzitu.
- Mokrade (Obrázok 7 v prílohe) v poľnohospodárskej krajine s periodickým i stálym zamokrením zachytávajú prívalové dažďové vody z vyššie položených lokalít a vhodne dopĺňajú krajinnú štruktúru na podporu biodiverzity, regulácie odtoku i dopĺňovania zásob podzemných vôd.
- Depresné plochy pre zachytávanie zrážkových vôd s periodickou i stálou hladinou. Ich veľkosť a hĺbka je závislá od zbernej plochy. Z hydrologických prepočtov transformácie čiary prekročenia denných prietokov vyplýva potreba vytvorenia akumuláčnych depresných plôch podľa potreby protipovodňovej ochrany. Realizácia svahových depresí je závislá priamo na reliéfových charakteristikách s výberom lokalít priamo v údolniciach na chrbátoch, vo svahoch i údolniciach, kde dochádza ku koncentrácii odtoku zo zrážok.
- Drobné prehrádzky resp. stupne (Obrázok 8 v prílohe) z kameňa, dreva alebo iných miestnych materiálov (napr. mačiny) v suchých svahových roklinách, v stržiach i na vlásočniciach prítokov do tokov. Prehrádzky resp. stupne zabraňujú prehlbovaniu roklin,

strží a potôčikov. Podobne ako mokrade, vodné plochy i prehrádzky plnia funkciu spomaľovania odtoku vody zo zrážok, ale taktiež usadzovanie sedimentov na dne týchto hrádzok. Základným predpokladom je vytvárať umelé alúviá nasiaknuté vodou.

- Prehrádzky z kameňa a dreva v korytách potokov v širších alúviách. Ich funkciou je vzdúvanie hladiny vody v koryte za účelom vylievania vody do okolitého prostredia, čím sa znižuje rýchlostné pole prúdenia vody s obmedzením erózie svahov a obmedzením korytotvorných procesov.
- Prietochné malé vodné nádrže a rybníky (Obrázok 9 v prílohe) v širších alúviách mimo hlavného toku. Výber lokality i technického riešenia sa doporučuje tak, aby bola zabezpečená interakčná spojitosť toku, na ktorom bude vybudovaná malá vodná nádrž. Funkcia týchto malých vodných nádrží spočíva v regulácii hydrologického režimu (Kravčík, 2000).

Dôležitým prvkom protipovodňovej ochrany sú lesy. Už v minulosti sa mnohokrát osvedčila obnova lesného porastu, pretože pri správnej skladbe lesa môžeme výrazne ovplyvniť plošný odtok zrážkovej vody a tým značne zredukovať, alebo znížiť povodňovú vlnu. Vplyv lesa na hydrologický režim vodných tokov je mimoriadne veľký a preto si treba uvedomiť, že lesný porast ponúka obrovské výhody:

- mimoriadnu schopnosť zadržiavať zrážkovú vodu v odtoku do vodných tokov (retenčná schopnosť) (Obrázok 10 v prílohe),
- schopnosť kumulovať zrážkovú vodu na pomerne rozsiahlom povrchu lesného porastu, v pôdnej prikrývke (koreňový režim) a nakoniec v samotnej pôde (akumulačná schopnosť)
- schopnosť spomaľovať odtok zrážkovej vody premenou povrchového odtoku na odtok podzemný (retardačná funkcia) (Leja- Čička, s.a.).

Les ovplyvňuje odtok spolu s ostatnými činiteľmi odtoku, ktoré môžu jeho hydrický vplyv zvýrazniť alebo oslabiť. Významnými činiteľmi odtoku sú horniny, vyskytujúce sa v povodí a klimatická charakteristika povodia, vyjadrená priemerným ročným zrážkovým úhrnom a teplotou vzduchu (Valtýni, 1998).

Lesy v povodiach tokov ovplyvňujú odtokový režim v závislosti od lesnatosti povodia, od stavu konkrétnych porastov, najmä od zastúpenia druhov drevín, ich veku a hustoty porastov, od ich štruktúry a iných porastových charakteristík. Lesy v porovnaní s bezlesím – spravidla poľnohospodárskymi pozemkami, ovplyvňujú predovšetkým extrémne prietoky (Valtýni, 1998).

Jednou z možností ochrany pred povodňami je zvýšenie retenčnej schopnosti územia. Jedná sa o zadržanie dažďovej vody alebo spomalenie jej odtoku do vodného toku. Pri intenzívnejších či dlhodobejších zrážkach je neraz príčinou vzniku povodne práve také územie, ktoré má túto schopnosť redukovanú, obmedzenú.

Dôvodom môže byť nesprávne obhospodarovanie poľnohospodárskej pôdy, napríklad oraním po spádnici. Tento postup totiž spôsobuje, že počas dažďov voda v jarčekom, vyoraných po spádnici, odteká rýchlejšie, voda nestíha vsakovať do pôdy a tým sa zvyšuje množstvo vody vo vodnom toku, čo je príčinou vzniku povodňových prietokov.

Z diel uvedených autorov odvodzujem, že lesné porasty sú považované za veľký prínos v protipovodňovej ochrane práve kvôli svojej prirodzenej schopnosti zadržiavať dažďovú vodu. Zrážky sú zachytávané korunami stromov a koreňovým systémom, čím sa spomaľuje a znižuje sa objem vody, ktorá odtečie do vodného toku.

Ďalšou možnosťou sú rôzne iné vodozádržné opatrenia. Aplikovaním týchto spôsobov do praxe je možné lepšie regulovať vodný režim na menších aj stredných vodných tokoch.

4.2.2 Zvyšovanie retenčnej schopnosti povodia výstavbou poldrov

Jednou z mnohých možností ako chrániť územie pred povodňami sú poldre. Poldre sa definujú ako bočné retenčné nádrže (mimo koryta rieky), do ktorých môže voda pritekať vtokovým objektom. Môžu sa vyskytovať aj priamo na vodnom toku ako nádrž, ktorá má prakticky len retenčný objem. Retenčný priestor nádrže slúži na zachytávanie povodňovej vlny. Povodňová vlna sa pri prechode nádržou mení, nastáva jej úbytok a maximálny prietok sa znižuje. Polder je mimo obdobia povodní suchý, a preto sa môže využívať na poľnohospodárske účely. Táto pôda môže byť využívaná ako pasienky, poľnohospodárska pôda a podobne (Leja- Čička, s.a.).

Poldre podľa typov regulačných objektov delíme:

– Pretekaný polder – je vytvorený priečnym prehradením koryta toku hrádzou. Sú vhodné pre výstavbu na malých podhorských tokoch v relatívne úzkych údoliach, kde sa retenčný objem vytvára krátkou priečnou hrádzou a vyššou výškou vzdutia. Prietok je transformovaný dnovým regulačným priepustom alebo regulačným dnovým otvorom, ktorý môže mať konštantnú prietokovú plochu otvoru alebo premenlivú – ovládateľnú prietokovú plochu. Prietoková kapacita dnového priepustu je tak závislá od hĺbky vody v poldri a prietokovej plochy priepustu, prípadne aj výškou dolnej vody (Kováč, 2006).

Veľkosť otvoru sa navrhuje zvyčajne tak, aby prepúšťal bezpečný prietok pri základnej retenčnej hladine v poldri, kedy ešte neprepadá voda cez bezpečnostný priepad pre návrhovú prietokovú vlnu. Väčšie prietoky ako návrhový prietok regulačného priepustu prevádza polder v súčinnosti s bezpečnostným priepadom (Kováč, 2006).

Nevýhodou takéhoto typu poldra je malá efektívnosť využívania základného retenčného objemu, pretože regulačný objekt priebežne transformuje aj menšie ako bezpečné prietoky, a tým sa základný retenčný objem zaplňa priebežne už aj pri malých prietokoch a zátopové územie je aj častejšie zaplavené (Obr. 3). Výhodou pretekajúcich poldrov je menší rozsah stavebných objektov hrádze (Kováč, 2006).



Obrázok 3 Polder Oreské

Zdroj: <http://www.svp.sk/svp/default.asp>

Polder Oreské, zobrazený na obrázku, je vybudovaný na rieke Chvojnice. Zadržat' by mal až milión kubíkov vody. Fotka je z 31. marca 2006, kedy polder splnil pri povodňovej situácii svoju funkciu.

– Nepretekajúci polder – sa zvyčajne stavia pri toku, na rovinnom území s malým pozdĺžnym sklonom, kde sú toky lemované ochrannými hrádzami vyvýšenými nad terénom. Tok je oddelený od poldra regulačným priepadom. Priepadový objekt môže tvoriť bočne prelievaná hrádza, alebo pevný (betónový, kamenný) bočný priepad dostatočnej dĺžky. Koryto toku, oddelené od poldra, prevádza všetky prietoky menšie ako bezpečné

prietoky bez využitia poldra. Ak sa vyskytne vyšší ako bezpečný prietok, zvýšená časť prietoku prepadá cez bočný priepad do poldra (Kováč, 2006).

Tvar koryta je vhodné upraviť tak, aby nad a v úseku, kde voda prepadá do poldra, bola prevádzaná voda pri čo najvyššej hladine za účelom dosiahnutia maximálneho možného objemu poldra, ale zároveň koryto musí byť schopné previesť maximálny možný prietok aj bez vplyvu poldra, to znamená bez odvádzania časti prietoku do poldra, ak by bol práve polder plný. Voda sa zo zásobného objemu po povodni vypúšťa do toku ovládateľným priepustom alebo priepustom so spätnou klapkou (Kováč, 2006).

Výhodou nepretekajúcich poldrov je ich vysoká účinnosť tým, že celú časť prietoku nad bezpečný prietok prevádzajú do poldra, to znamená, že všetky typy, tvary a veľkosti povodňových vln zrezávajú tak, že pokiaľ sa nezaplní základný retenčný objem, koryto pod poldrom odvádzajú práve bezpečný prietok. Vzhľadom na princíp plnenia poldra a prechodu extrémnych prietokov nie je potrebný bezpečnostný priepad. Nevýhodou je väčší rozsah stavebných objektov hrádzí, komplikovanejšie návrhové riešenie a pomalšie vypúšťanie vody z poldra po povodni (Kováč, 2006).

Podľa spôsobu manipulácie objektov sa poldre delia na:

- Neregulovateľné poldre – regulačný objekt slúžiaci na rozdeľovanie prítokového a odtokového prietoku nie je možné prestavovať, resp. nie je automaticky nastavovaný podľa okamžitej potreby počas povodne. Takéto typy poldrov sú vhodné pre podhorské toky, kde býva časovo rýchly priebeh povodne bez predpovedného systému (prietoku a zrážok) nad poldrom. Účinnosť poldra je optimálne nastavená na určitý povodňový prietok (tvar a veľkosť vlny), a pri iných vyšších alebo nižších povodňových vlnách už nepracuje efektívne a nedosahuje takú relatívnu účinnosť.
- Regulovateľné poldre – regulačný objekt prietoku pred povodňou alebo počas priebehu povodne prispôsobuje svoju prietoknú kapacitu za cieľom maximálne efektívneho využitia daného retenčného objemu poldra. Je to možné na takých poldroch, kde je vytvorený určitý druh predpovedného systému veľkosti prietoku, ktorý priteká do poldra. To je možné zabezpečiť pomocou automatizovaného snímania úhrnu zrážok, z ktorého sa dá následne stanoviť predpokladaná veľkosť povodňového prietoku, alebo pomocou merných profilov na toku nad poldrom, ktoré informujú o pritekanom prietoku do poldra (Kováč, 2006).

Na základe publikácií od citovaných autorov usudzujem, že výstavba poldrov na tokoch je možno z technického hľadiska trochu náročnejšia, ale ich efektívnosť sa zdá byť

vyššia, než sa niekedy ukazuje pri iných opatreniach, napríklad pri hrádzach, ktorých pretrhnutia nie sú zriedkavé.

Samozrejme, vybudovanie poldra si žiada splniť viaceré požiadavky a zistiť rôzne faktory, ktoré ovplyvňujú voľbu typu poldra. Na výstavbu tohoto druhu protipovodňového opatrenia je potrebné jednak mať k dispozícii dostatočné finančné prostriedky, tak neobývanú, resp. poľnohospodársky nevyužívanú lokalitu na, alebo pri toku, ktorá sa bude počas povodní zaplavovať. Ak však poznáme prietokové pomery vodného toku počas roku, vieme predpokladať vznik povodňových situácií na danom toku, v tom prípade sa dá suchý polder využiť aj na poľnohospodárske účely ako pasienky alebo lúky.

4.3 Technické opatrenia

4.3.1 Úprava tokov

Za hlavný účel úprav tokov sa pokladá:

- ochrana sídlisk, poľnohospodárskych plôch, komunikácií a rozličných objektov proti záplavám, podmáčaniu alebo vysušeniu,
- stabilizácia koryta toku
- úprava trasy toku, aby sa odstránili podmienky umožňujúce vznik ľadových zápch
- sústredenie stredných a najmä malých prietokov vody do jednotného koryta, aby sa zlepšili hygienické, hydrobiologické, estetické prípadne plavebné podmienky na toku (Poledňák, 2006).

Spôsob úpravy toku podmieňujú viaceré faktory, ktoré predurčujú, akým spôsobom sa úprava toku v rámci protipovodňových opatrení zrealizuje. Rozdiel je v tom, či sa úprava vykonáva v intraviláne obce alebo v extraviláne. Takisto možno úpravu toku uskutočňovať v jeho hornom úseku, kde je tok síce menší, ale na druhej strane rýchlosť vody je väčšia, pretože niveleta dna má strmší sklon. Opakom je úprava toku v dolnom úseku jeho trasy, kde má tok v nižších polohách miernejšie sklony a väčší prietok. Dôležitým faktorom pri úpravách tokov sú geologické, hydrogeologické a morfológické pomery, v ktorých tok preteká. Geologické pomery predurčujú v prvom rade existujúcu dnovú dlažbu toku. Tá prezrádza napríklad to, či pri jestvujúcej nivelete dna a pri prietokoch vody, ktoré zodpovedajú kapacite koryta, je dno stabilné (Hrabovský, 2008).

Úprava toku má zabezpečiť neškodný priechod povodne určitej početnosti výskytu podľa požadovaného stupňa bezpečnosti ochrany pred záplavami (Obr. 4), pričom však

nesmie prísť k nepriaznivému ovplyvneniu hladiny podzemnej vody na príľahlých pozemkoch, napr. nadmerným prehĺbením koryta (Poledňák, 2006).



Obrázok 4 Upravené koryto potoku Rohovec

Zdroj: <http://www.lesycr.cz/cs/>

Koryto toku Rohovec v Českej republike je upravené na dvadsaťročný prietok. Koryto je opevnené rovnaninou z lomového kameňa a opornými stenami (Správa toků...,ca 2004).

Protipovodňové opatrenia v miestach potreby je možné realizovať:

- zväčšením kapacity toku (Obrázok 11 v prílohe)
- spevnením koryt tokov (Obrázok 12 v prílohe)
- vybudovaním ochranných hrádzí (Obrázok 13 v prílohe)
- kombináciou zväčšenia kapacity toku a vybudovaním ochranných hrádzí
- transformáciou povodňovej vlny nad intravilánom (Poledňák, 2006, Hrabovský, 2008).

Zväčšovanie kapacity toku – ak to dovoľuje morfológia terénu a geologické pomery sú priaznivé, možno jestvujúce koryto toku prechádzajúce cez intravilán obce zväčšiť zarezaním priečneho profilu do terénu. Takto upravené koryto umožní prevedenie návrhového prietoku. Profil je lichobežníkový a vo výnimočných prípadoch je v tvare dvojitého lichobežníka. Výkop a následné opevnenie sa vykonáva od začiatku úpravy, to znamená od najnižšieho miesta nivelety dna smerom proti prúdu vody. Ak sú prietoky väčšie, resp. sa pracuje pri opevňovacích prácach v stiesnených pomeroch, tak sa tečúca

voda odrazí na náprotivný breh pomocou ílovej prehrádzky alebo protipovodňovými bariérami. Pri menších tokoch (keď prietoky možno previesť potrubím), sa nad pracovným úsekom vybuduje priečna stavba, v ktorej sa voda akumuluje a potrubím sa prevedie pod upravovaný úsek. Tam sa vybuduje ďalšia priečna stavba proti spätnému prúdeniu vody (Hrabovský, 2008).

Spevňovanie korýt – pod spevňovaním korýt je treba rozumieť spevnenie dna a spevnenie brehov(svahov). Možnosti spevnenia dna korýt:

1. Prahy – slúžia na stabilizáciu koryta. Sú to stavby vybudované naprieč korytom, sú zapustené do dna a majú charakter nízkych stupňov, ktorých prepádová výška nepresahuje 30 cm a prepádová hrana je na úrovni dna nad objektom. Prahy sa stavajú z kameňa, betónu, betónových prefabrikátov, dreva a iného vhodného materiálu.

2. Spevnenie dna kamennou rozprestierkou – používa sa predovšetkým v malých vodných tokoch. Umožňuje zachovať v upravenom toku členitosť dna, čo má význam pri zachovaní biologickej hodnoty upraveného toku (Poledňák, 2006).

Spevňovanie brehov korýt:

- a) vegetačné
- b) nevegetačné.

Vegetačné spevnenie korýt vodných tokov je najprirodzenejší typ spevnenia a patrí aj k najstarším. Od polovice dvadsiateho storočia sa na úkor vegetačného spevnenia začal používať kameň a betón. Spevňovanie brehov korýt tokov, ale aj ostatných svahov trávny porastom patrí medzi najstaršie spôsoby spevňovania a používa sa často aj v súčasnosti (Poledňák, 2006).

Rozoznávame dva druhy zatrávnenia :

- Siata mačina – trávne semeno sa vysieva priamo na svahy koryta toku. Porast charakteru mačiny sa vytvorí až po dlhšom čase. V súvislosti s rozvojom mechanizácie stavebných prác sa vyvinuli nové technologické postupy zatrávňovania, ktoré umožňujú zrýchlenie výsevu a zvýšenie produktivity práce. V súčasnosti sa okrem tradičného výsevu trávneho semena používa aj osev trávneho semena v prúde vody (hydroosev), osev trávneho semena s organickým mulčovacím materiálom (mulčová hydosejba), osev semena zmiešaného so spojivom v prúde vzduchu, prípadne osev rozličnými práškovými alebo tekutými zmesami.
- Zakorenená mačina – tento spôsob zatrávnenia je dosť prácny a používa sa len zriedkavo. Narezanie, odobratie a doprava mačiny je namáhavé, rovnako ako manipulácia na stavenisku a vlastné obkladanie. Spevnenie svahov mačinovými tehliami alebo pásmi

znamená poškodzovanie poľnohospodársky produkčných pozemkov, lúk a pasienkov, odkiaľ sa mačina získava (Poledňák, 2006).

Nevegetačné opevnenie korýt tokov sa má používať všade tam, kde nevyhovuje opevnenie vegetačné, napríklad kde je vysoká vymieľacia rýchlosť prúdenia, stiesnené priestorové pomery v intraviláne, silné znečistenie toku, nevhodné podmienky pre vegetáciu z hľadiska splaveninového režimu a ďalšie faktory. O voľbe druhu opevnenia tiež rozhoduje dovozná vzdialenosť opevňovacieho materiálu, údržba toku, ako aj možnosti dodávateľa (Poledňák, 2006).

Medzi najčastejšie používané úpravy patria:

- Kamenná dlažba
- Dlažba škárovaná cementovou maltou
- Dlažba na cementovú maltu
- Dlažba na betónovom podklade
- Kamenná rozprestierka
- Drôtoštrkové matrace
- Kamenná rovnanina (Poledňák, 2006).

Ochranné hrádze sa budujú pozdĺž toku na ochranu hospodársky významných oblastí pred škodlivými záplavami. K výstavbe ochrannej hrádze sa prikróčí vtedy, ak sa územie pred záplavami nedá chrániť inak, napríklad výstavbou retenčných nádrží v hornej časti toku alebo zväčšením kapacity koryta (Poledňák, 2006).

Ohradzovanie toku ochrannými hrádzami ponecháva tok v pôvodnom stave, čím nezasahuje technicky do jestvujúceho koryta. Tento spôsob je však náročný na priestor, ktorého je v intraviláne väčšinou málo, pretože sa realizácia ochranných hrádzí robí na úkor súkromného majetku, napríklad záhrad. Preto je tento spôsob ochrany charakteristický pri protipovodňových opatreniach v extraviláne. Taktiež je potrebné pri tejto úprave riešiť odtok vnútorných vôd, pretože výstavbou ochranných hrádzí sa zamedzí prirodzený odtok zrážkových vôd do toku. Odporúča sa ich potom odvádzať hrádzovými priepustmi alebo prečerpávať čerpacími stanicami vnútorných vôd (Hrabovský, 2008).

Podľa účelu rozdeľujeme hrádze :

A) Na úplnú ochranu – stavajú sa pre veľké vody (päťdesiat až storočné prietoky, v mestách na dvesto až tisícročné prietoky), sú to tzv. *hlavné, zimné alebo nepreliované hrádze*.

B) Na čiastočnú ochranu – sú nižšie a chránia územie len pred menšími letnými vodami. Sú to tzv. *vedľajšie, letné alebo prelievané hrádze*. Pri týchto hrádzach môžu vzniknúť jarné záplavy, ktoré prichádzajú ešte pred vegetačným obdobím (Poledňák, 2006).

Niekedy sa používa tzv. *dvojitý hrádzový systém* (kombinované hrádze). V tomto prípade sa postaví v predhrádzí rovnobežne s hlavnou hrádzou nižšia – vedľajšia hrádza na zachytenie letných povodní. Týmto spôsobom sa dosahuje ochrana aj určitej časti predhrádzia vo vegetačnom období a táto časť predhrádzia sa dá aj poľnohospodársky využívať (Poledňák, 2006).

Dôležitý je tiež správny návrh trasy hrádze. Hrádze sa pozdĺž tokov navrhujú smerovo a polohovo tak, aby sa pri minimálnych investičných nákladoch chránilo územia pred záplavami, pritom treba dodržať zásady hydrauliky a rešpektovať charakter krajiny (Poledňák, 2006).

Pri navrhovaní trasy hrádze je rozhodujúce, či je koryto toku stabilizované alebo nestabilizované:

- pri stabilizovaných korytách treba trasu hrádze naprojektovať paralelne s osou koryta. Aj to však nie je vždy nevyhnutné. Minimálna šírka medzihrádzového priestoru sa určí podľa hydrotechnického výpočtu,
- pri nestabilizovaných tokoch tvorí trasa hrádze obalovú čiaru polohových nepravidelností prirodzeného toku, pričom sa musí dbať, aby nenastalo podomieľanie hrádze tokom. Starými korytami a ramenami toku sa trasa vedie len vtedy, keď je to nevyhnutné (Poledňák, 2006).

Ochranné hrádze tvoria základ úpravy toku v jeho strednom a dolnom toku pred veľkou vodou. Vzdialenosť hrádze od brehovej čiary koryta pri stredne veľkých tokoch nemá byť menšia ako 5- 15 metrov, pri veľkých tokoch môže byť táto vzdialenosť aj niekoľko sto metrov. Pozdĺžny sklon sa určuje spravidla podľa hladiny storočného prietoku. Prevýšenie hrádze by malo byť aspoň 40 centimetrov nad touto hladinou. Povrch hrádze býva chránený trávnyim porastom. Ak sú niektoré úseky hrádze vystavované mimoriadnemu alebo dlhodobému účinku vody, svahy hrádze sa chránia vhodným opevnením (Poledňák, 2006).

Aj keď použitie hrádzí má mnoho výhod pri ochrane pred povodňami, je potrebné upozorniť aj na niektoré ich nevýhody:

1. zvyšujú výšku hladín v riečišti pri väčších prietokoch, tým prispievajú k zanášaniu koryta a medzihrádzia,

2. znemožňujú odtok miestnych vôd z chráneného územia a keď musia byť uzavreté hrádzové výpusty pri prechode veľkých vôd, takže je nutné vybudovať prečerpávacie stanice,
3. zamokrujú pôdy chráneného územia priesakovými podzemnými vodami,
4. hrozia pretrhnutím hrádzí, a tým poškodením stavieb a zariadení v chránenom území. Z toho dôvodu si vyžadujú neustálu kontrolu ich technického stavu a stálu údržbu (Poledňák, 2006).

Kombinácia zväčšenia kapacity toku a vybudovanie ochranných hrádzí je veľmi častý spôsob úpravy tokov. Vtedy pri úprave toku nedochádza k výraznému prehĺbeniu koryta. Úprava koryta je obdobná ako v predošlých prípadoch. Ochranná hrádza je väčšinou zo súdržných materiálov. Vnútorne vody sa riešia hrádzovými priepustami so spätnými klapkami (Hrabovský, 2008).

Transformácia povodňovej vlny nad intravilánom sa v poslednom období presadzuje pred inými možnosťami, ktoré sú náročné na priestor, trvalý záber súkromných pozemkov, na samotnú výstavbu v celej línii v intraviláne a podobne. Transformácie vody v lesoch a na poľnohospodárskych pozemkoch sú iluzórne, preto ich treba riešiť technickým zásahom do údolia nad intravilánom. Transformáciu možno zabezpečiť aj výstavbou suchej nádrže – poldra, ktorá je spomínaná v predchádzajúcej kapitole. Tento spôsob riešenia protipovodňových opatrení sa zdá z viacerých hľadísk ako najefektívnejší, najekologickejší a aj najekonomickejší (Hrabovský, 2008).

Pre zaistenie vodohospodársky žiaduceho stavu neupraveného toku prevádzajú príslušné organizácie práce spojené predovšetkým s odstraňovaním nánosov v koryte a prekážok brániacich v prietoku vody, práce pri zabezpečovaní brehov, výmoľov a udržiavanie pobrežnej vegetácie (Plecháč, 1989).

Z daných možností úpravy tokov konštatujem, že sú z hľadiska ochrany pred povodňami nevyhnutné. Bez nich by nebolo možné úspešne zabrániť vzniku škôd pri prechode povodňových vln. Taktiež, ako pri predchádzajúcich spôsoboch ochrany pred povodňami pomocou vodozádržných opatrení alebo zvýšením retenčnej kapacity povodia, existuje viacero spôsobov, z ktorých je možné si vybrať.

Pri tokoch v intraviláne tak z hľadiska priestorových obmedzení prichádza do úvahy úprava najmä pomocou zväčšenia kapacity koryta, resp. vybudovaním hrádz. Zväčšenie kapacity koryta je možno ešte úspornejšie na priestor ako hrádza. Obmedzenie

obyvatelia vnímajú jedine pri technických prácach pri hĺbení koryta. Hrádze sa tak skôr využívajú na úpravu tokov pretekajúcich popri intravilánu.

Vybudovanie poldrov na horných častiach tokov v porovnaní s predošlými spôsobmi neznamená žiadny priamy zásah do intravilánu obcí. Samozrejme o tomto riešení sa dá uvažovať len v prípade, že na toku sa nachádza miesto, kde je dostatočný voľný priestor na takúto výstavbu. Treba si tiež uvedomiť, že poldre sú jednými z najefektívnejších opatrení, pretože zachytia každú povodňovú vlnu, ktorá nie je väčšia ako tá, na ktorú sú prispôbené. Vždy tak do toku prepustia len bezpečné prietoky, ktoré je koryto schopné previesť.

4.3.2 Ochranné kanále

Ochrannú protipovodňovú funkciu plnia predovšetkým záchytné a odľahčovacie kanále:



Obrázok 5 Záchytný kanál

Zdroj: <http://eagri.cz/public/eagri/>

Záchytné (obvodové) kanále – zachytávajú cudzie prívalové vody, ktoré na chránené územie pritekajú z okolitých vyvýšenín a vrchov (Obr. 5), najmä po náhlom topení snehu a z dažďov veľkej intenzity. Záchytné kanále sa však budujú predovšetkým na zachytenie povrchových vôd pritekajúcich z územia gravitujúceho k záujmovému územiu. Záchytné kanále sa projektujú buď po obvode chráneného územia alebo v polohách vyšších nad vlastnou chránenou polohou. Kanále sú gravitačné, pretože nimi preteká voda len krátky čas, ako opevnenie postačuje spravidla vegetačné opevnenie. (Poledňák, 2006).

Odl'ahčovacím kanálom sa odvádza mimo chránené územie tá časť prívalových vôd tečúcich v tokoch, ktorá by už spôsobila vyliatie toku. Odl'ahčovacie kanále odbočujú z odl'ahčovaného toku nad chráneným územím a ústi do ďalšieho toku tak, aby bolo zabezpečené gravitačné zaústenie pri všetkých vodných stavoch v tomto toku. Dimenzovanie kanálov závisí od kapacity toku, prechádzajúceho chráneným územím. Má za úlohu odvieť tú vodu, ktorá presahuje kapacitu daného vodného toku (Poledňák, 2006).

Obvodové odl'ahčujúce kanále neodvádzajú prívalové vody z jedného toku do druhého, ale odbremeňujú v určitom úseku tok, keď sa iným spôsobom nedá zabezpečiť ochrana okolitého územia. Zvyčajne sa navrhujú na ochranu miest, odbočia z toku nad chráneným mestom a vrátia sa do pôvodného toku v takej vzdialenosti od mesta, aby spätné vzdutie toku už nemohlo spôsobiť zatopenie mesta (Poledňák, 2006).

Myslím si, že na uskutočnenie ochrany pred povodňami nie je vždy potrebné pristupovať k výstavbe ochranných hrádzí, ktorých náklady na realizáciu sa ešte zvyšujú kvôli potrebe vybudovania prečerpávacích staníc na zabezpečenie odvádzania vnútorných vôd z chráneného územia. Ochranné kanále tak predstavujú ďalšiu z možností na zabezpečenie územia z hľadiska ochrany pred povodňami (Obrázok 14 v prílohe).

Záchytné kanále sa budujú nad vybraným územím vo vyššej nadmorskej výške, aby zachytili vodu, ktorá by inak pôsobením gravitácie stiekla do záujmového územia. Záchytné kanále sú spojené s vodným tokom, do ktorého odvádzajú zadržanú vodu.

Odl'ahčovacie kanále sú naopak budované od hlavného toku, na ktorom chceme predísť vzniku povodňovej situácie, a ústia do iného, do ktorého voda z odl'ahčovacích kanálov vteká gravitačne. Princípom ich fungovania je, že pri väčších prietokoch tento bezpečne odvádzajú z hlavného toku a tak zabráňujú vybreženiu vody z koryta toku.

Alternatívou odl'ahčovacích kanálov sú obvodové odl'ahčovacie kanály. Ako bolo spomenuté vyššie, stavajú sa najmä pri ochrane miest. Rozdielom oproti predchádzajúcemu typu ochranných kanálov je, že nebezpečné prietoky neodvádzajú do cudzieho koryta, ale za chráneným územím sa napájajú naspäť do pôvodného toku. Samozrejme, musí to byť až v mieste, kde nehrozí, že povodeň spätne zasiahne aj zamýšľanú chránenú lokalitu.

4.3.3 Ochranné nádrže

Ochranné nádrže sú určené na zachytenie povodňových špičiek, ktoré akumulujú a ďalej pomaly vypúšťajú pri nižších vodných stavoch v toku. Ochrana pomocou nádrží môže byť najlepším spôsobom ochrany, ak sa robí plánovito ako súčasť komplexného

riešenia úloh v povodí. Takéto riešenie môže prísť do úvahy len po dlhotrvajúcej výstavbe sústavy nádrží na hlavnom toku i na jednotlivých jeho prítokoch. Pokiaľ sa však nepoužije takéto komplexné riešenie, nádrže z hľadiska ochrany znamenajú definitívne riešenie len u menších vodných tokoch s vysokými ale krátkodobými povodňovými vlnami (Poledňák, 2006).

Ochranné nádrže sa spravidla používajú na ochranu sídlisk pred záplavami na tokoch pretekajúcich mestom. Umiestňujú sa nad chránené územie a navrhujú sa ako prietochné alebo neprietochné (bočné). Obsah retenčných nádrží závisí na stupni požadovanej ochrany daného územia. Malé nádrže sa môžu navrhovať ako suché nádrže, poldre, spomínané v predchádzajúcich kapitolách (Poledňák, 2006).

Po prečítaní prednášky od profesora Poledňáka som dospela k záveru, že ochranné nádrže sú významným prvkom protipovodňovej ochrany. Svojím retenčným objemom sú schopné zachytiť povodňové prietoky a do toku pustiť len bezpečné prietoky, alebo transformovať povodňovú vlnu z väčšieho prietoku na menší, ktorý pri svojom prechode územím nespôsobí toľko škôd.

Okrem ochrannej funkcie niektoré nádrže môžu spĺňať aj iné funkcie, ako napríklad rekreačnú, technickú, zavlažovacia (Obrázok 15 v prílohe).

4.4 Ďalšie možnosti ochrany pred povodňami

Na ochranu obytných budov, skladov, garáží a iných priestorov sa môžu použiť napríklad protipovodňové vrecia (Obrázok 16 v prílohe).

Bližšie uvádzam typ protipovodňových vriec WATERHOLDER PP.

Protipovodňové vrecia sú najčastejšie používanou ochranou pri opatreniach zabraňujúcich poškodeniu budov v dôsledku prieniku povodňových vôd. Ich základné výhody sú:

- relatívne lacné
- môžu byť v krátkom čase pripravené na použitie
- môžu byť plnené dobrovoľníkmi (nie je potrebný špeciálny výcvik)
- sú dlhodobo skladovateľné (<http://www.pewas.sk/>).

Protipovodňové vrecia Waterholder PP sú okrem iného výhodné pre:

- Rýchlu absorpciu vody – sú schopné zväčšiť svoju hmotnosť v dôsledku absorpcie vody v priebehu 25 – 30 minút až o 60 percent.

- Okamžité použitie v prípade nebezpečenstva – piesok, štrk či zemina nie sú potrebné. Pred absorpciou vody sú ľahko manipulovateľné a skladovateľné, pretože sú veľmi ľahké.
- Priateľskosť k životnému prostrediu – vrecia sú pri správnej manipulácii viacnásobne použiteľné (<http://www.pewas.sk/>).

Protipovodňové vrecia Waterholder PP sú vhodné na nasledujúce aplikácie:

- ochrana obydľí
- ochrana podzemných garáží
- spevnenie hrádzi
- ochrana pred znečistením kontaminovanými vodami
- ochrana ciest
- tvorba barikád
- ohraničenie toku vody v prípade záplav
- zabezpečenie vodných tokov pri topení snehov (<http://www.pewas.sk/>)

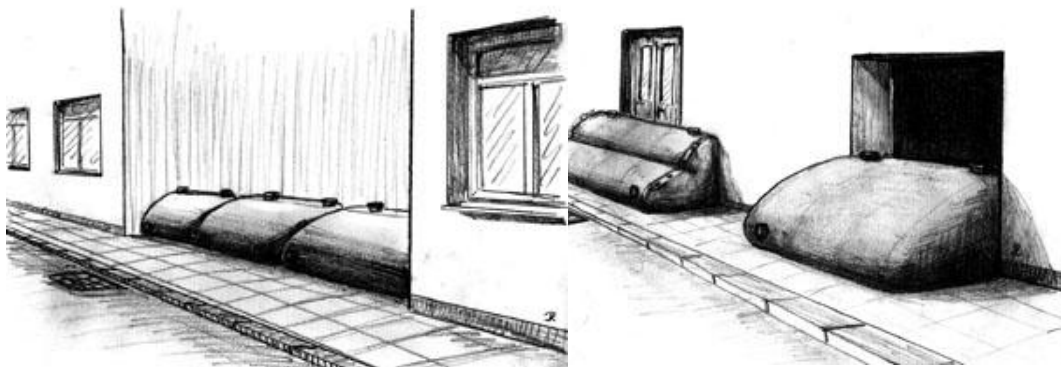
Protipovodňové steny – klasický systém použitia vriec s pieskom je neporovnateľný so systémom protipovodňových stien. Na vybudovanie 100 metrov ochranej hrádze z vriec s pieskom je potrebných približne 700 hodín práce na jedného človeka. Pri použití protipovodňových stien (napríklad RUBENA) je na rovnakú hrádzu nutné vynaložiť maximálne 14 hodín (<http://www.rubena.eu/>).

Pri použití protipovodňových stien už nie je nutné použiť žiadne zvláštne opatrenia (Obrázok 17 v prílohe). Steny nevyžadujú žiadnu stavebnú pripravenosť pred použitím. Iné metódy môžu vyžadovať manipuláciu s ťažkou technikou v priestore zásahu. Pre inštaláciu protipovodňovej steny Rubena môžu stačiť dve osoby. Steny sa dajú ľahko skladovať a transportovať, majú vysokú životnosť a môžu byť použité viacnásobne. Dajú sa plniť vodou z rieky za použitia čerpadiel, prípadne vodou z hasičských cisterien alebo hydrantov. Čas naplnenia závisí od typu čerpadla. Obyčajne však nepresiahne 15 minút. Tento systém nevyžaduje žiadne ďalšie náklady pri demontáži (odpratanie piesku, sušenie vriec a podobne (<http://www.rubena.eu/>).

Podľa môjho názoru je ochrana obydľí pomocou vriec naplnených pieskom jedna z najznámejších v prípade, že dôjde k vyliatiu vody z koryta. Pomocou týchto vriec sa spevňujú steny hrádzi proti premočeniu, dočasne sa nimi zvyšuje výška koruny existujúcich hrádzi, uzatvárajú sa menšie prietrže. Manipulácia s nimi je však náročná, vyžaduje si dostatok času na naplnenie vriec s pieskom, ich dopravu na určené miesto. Pri

náhlo pretrhnutí hrádzí, alebo neočakávanom rýchlom stúpnutí hladiny je práve čas kritickou veličinou. Po použití navyše treba vyriešiť otázku odstránenia piesku a vysušenia použitých vriec.

V dnešnej dobe našťastie existujú modernejšie alternatívy. Protipovodňové vrecia sú vyrábané vopred, vyplnené špeciálnymi absorpčnými látkami, ktoré po styku s vodou napučievajú, rýchlo zväčšujú svoj objem a dajú sa použiť prakticky okamžite. Po správnom použití sa dajú použiť opakovane. Na utesnenie vchodov do obytných budov alebo iných priestorov sa dajú použiť rôzne protipovodňové zábrany (Obr. 6). Protipovodňové steny sú vyrábané viacerými firmami, z ktorých si môžeme vybrať. Taktiež je manipulácia s nimi jednoduchšia v porovnaní so zdĺhavým naplňovaním vriec s pieskom. Dajú sa plniť vodou pomerne rýchlo, v závislosti od použitého čerpadla. Po použití sa obdobne jednoducho skladujú a používajú opakovane.



Obrázok 6 Protipovodňové steny Rubena

Zdroj: <http://www.rubena.eu/>

Na obrázku sú znázornené iba niektoré možnosti využitia protipovodňových stien. Steny sa okrem utesnenia vchodov do budov môžu použiť napríklad aj na uzatvorenie priestoru medzi dvoma stavbami.

5 DISKUSIA

Vrána (2006) poukázal na to, že pri výbere protipovodňovej ochrany je potrebné sa rozhodnúť, či budeme chrániť celé územie pred všetkými druhmi povodní alebo sa naučíme s ich výskytom rozumne žiť. Absolútna ochrana územia celej republiky je nereálna, preto by nemala byť trendom protipovodňovej ochrany. Ochrana sa má budovať v prípadoch, kedy môže byť ohrozený ľudský život, cenné kultúrne alebo historické pamiatky. V ostatných prípadoch treba zohľadniť pomer medzi nákladmi na budovanie ochrany a možnými škodami.

Súhlasím s názorom, že ochrana celého územia je nelogická a aj nereálna. Nie je možné vybudovať hrádze okolo vodných tokov vo všetkých intravilánoch, resp. v ich blízkosti, aby mestá či obce nezasiahla prípadná povodňová vlna. Na druhej strane sa prikláňam k názoru, že chrániť by sa nemali len historické a kultúrne pamiatky a ostatné územia iba podľa predpokladanej výšky škôd. Povodne sa predsa opakujú každoročne a keď sa škody nimi spôsobené na nechránených, prípadne menej chránených územiach, za viaceré roky spočítajú, určite prevýšia náklady spojené s vybudovaním vhodnej ochrany daného územia.

Mínár (2005) sa pri otázke protipovodňovej ochrany sústreďuje najmä na možnosti získania relevantných informácií o predpokladoch vzniku povodňových situácií z hľadiska meteorológie a hydrológie. Za ďalší smer v trende ochrany pred povodňami považuje poznanie zrážkovo – odtokových pomerov v krajine, aby sa získali scenáre možného vývoja povodňových situácií. Na ich základe sa potom má rozhodovať o spôsobe ochrany jednotlivých území.

Taktiež sa prikláňam k názoru, že pre účinnú ochranu pred povodňami je potrebné poznať meteorologické podmienky a odtokovú situáciu územia, pretože podľa zistených skutočností sa dá pristúpiť k realizácii efektívnych opatrení na jednotlivé druhy povodní, ktoré sa môžu vyskytnúť v lokalite. Ak poznáme veľkosť maximálnych zrážok a hydrologickú charakteristiku povodia, vieme si vypočítať akú vysokú hrádzu potrebujeme postaviť, alebo akú veľkú plochu treba vyčleniť napríklad na vybudovanie poldra, či iných opatrení, prispôbených na očakávaný možný povodňový prietok.

6 NÁVRHY NA VYUŽITIE VÝSLEDKOV

- z reaktívneho spôsobu manažmentu prejsť na proaktívny manažment, čiže neriešiť až následky po vzniknutej povodňovej situácii, ale snažiť sa pristúpiť na realizáciu protipovodňových opatrení vopred, najmä v oblastiach, kde k povodňiam pravidelne dochádza a majú dopad na život obyvateľstva, resp. ohrozujú historické alebo kultúrne pamiatky,
- pred priekročením k vybudovaniu protipovodňovej ochrany získať najskôr hydrologickú a meteorologickú analýzu územia, aby sa určili maximálne možné prietoky a povodňové prietoky, podľa ktorých sa určí adekvátne výška hrádzí, resp. iné nevyhnutné protipovodňové opatrenia,
- najmä v zimnom období monitorovať stav zaľadnenia na tokoch, počas ich topenia a lámania sa, čím by sa včas mohli odhaliť vznikajúce ľadové zátarasy a bariéry a vopred priekročiť k ich odstráneniu, spriechodneniu toku,
- snažiť sa zvyšovať retenčnú schopnosť územia, v poľnohospodárskych oblastiach správnym obrábaním pôdy, nevyužívané plochy zalesnením, za tokoch realizovať vodozádržné opatrenia,
- na predchádzanie povodní vzniknutých haváriami na vodohospodárskych objektoch vykonávať pravidelné kontroly technického stavu budov a zariadení, zamestnať odborne pripravených pracovníkov so znalosťami prevádzkovania objektu, dozerať na správne plnenie im pridelených úloh, vykonávať školenia pre zamestnancov pre prípad vzniku poruchy, aby vedeli včas zareagovať na vzniknutú situáciu,
- informovať obyvateľov o možnostiach ochrany ich majetku pred povodňami v prípade zlyhania existujúcich opatrení,
- poučiť obyvateľov o vykonaní protipovodňových opatrení, aby pri povodni vedeli vhodne zareagovať.

7 ZÁVER

Povodne nemožno považovať iba za prírodou vyvolaný živel. Povodeň vniká taktiež aj pri poruchách na vodohospodárskych dielach, kedy sa po prelomení hrádzí uvoľní ohromné množstvo vody, tzv. prielomová vlna, ktorá má svojou kinetickou energiou deštrukčnejšie účinky na objekty nachádzajúce sa v blízkosti toku, ako keby sa voda iba „pokojne“ vyliala z koryta rieky. V prípade prielomovej vlny bývame pri ochrane pred jej následkami zvyčajne bezmocní, keďže vzniká takpovediac nečakane.

Naopak, pri prírodných povodniach sa ich vznik dá čiastočne predpokladať. Na základe historických povodní môžeme určiť nielen lokality výskytu, ale aj mieru škôd, ktorú by mohli spôsobiť povodne pri rôzne vysokých prietokoch. V nadväznosti na zistené údaje sa rozhodne o vhodnom spôsobe ochrany.

V prípadoch, kedy si nie sme istí, či existujúce protipovodňové opatrenia sú dostatočné, sú značným prínosom meteorologické a klimatologické predpovede. Podľa predpokladaného množstva a intenzity zrážok, ktoré spadnú na vybranú lokalitu, je v dnešnej dobe možné vypočítať očakávaný maximálny prietok, podľa ktorého sa následne upravujú protipovodňové plány a opatrenia.

Existuje možnosť kombinácií viacerých opatrení zameraných na ochranu pred povodňami. Zalesňovanie územia a správne poľnohospodárske postupy zvyšujú retenčnú schopnosť území. Ak sa k nim pridá vybudovanie ochranných hrádzí, alebo úpravy tokov, značne sa môže znížiť riziko vzniku povodňovej situácie. Ochranné kanále, nádrže či poldre úspešne transformujú a znižujú povodňové prietoky, ktoré by v inom prípade mohli mať devastujúce účinky a znamenali by ohrozenie ľudských životov a vznik škôd nielen na hmotných majetkoch. Možností ochrany je samozrejme viac, treba si len zvoliť tú najefektívnejšiu vzhľadom na vzniknutú povodňovú situáciu.

Bohužiaľ sa často stáva, že ani existujúce opatrenia nie sú dostačujúce. Pretrhnutie alebo rozmočenie hrádzí nastáva pomerne často a k nákladom na opravu sa pripočítajú aj škody na majetku. V takejto situácii sa im zabrániť už nedá, dajú sa len znížiť včasným zásahom a pomocou pri riešení vzniknutej situácii. Hasičské jednotky a armádne zložky už neraz zasahovali v podobných prípadoch, veľakrát za pomoci ochotných obyvateľov.

Nedá sa zabrániť vzniku povodní, môžeme však aspoň pristúpiť k realizácii opatrení, ktoré znížia veľkosť povodňovej vlny, resp. následky vybreženia vody z korýt tokov na obyvateľov a ich majetok.

8 POUŽITÁ LITERATÚRA

1. ABAFFY, Dušan – SUPEK, Marián – HALMO, Norbert. Povodne a ochrana pred povodňami v SR. In *Voda pre život – voda živel*. Nitra : Slovenská akadémia pôdohospodárskych vied, 2006, s. 23-31. ISBN 80-8916-223-1
2. CHROPEŇ, Juraj. 2010. *Realizácia podzemných tesniacich stien protipovodňovej ochrany*. [online] [cit. 2010-05-14]. Dostupné na internete: <<http://www.asb.sk/inzinierske-stavby/geotechnika/realizacia-podzemnych-tesniacich-stien-protipovodnovej-ochrany-3666.html> >
3. FÜRY, Jozef. História povodní a ochrana proti ich dôsledkom na Podunajskej nížine. In *Povodne a protipovodňová ochrana*. Banská Bystrica : Dom techn. ZSVTS, 1998, s. 9-15. ISBN 80-230-0153-1
4. HORVÁTHOVÁ, Blažena. *Povodeň to nie je len veľká voda*. Bratislava : Veda, 2003. 224 s. ISBN 80-224-0735-6
5. HRABOVSKÝ, Otakar. *Úpravy tokov pri povodni*. [online] [cit. 2010-02-01]. Dostupné na internete: < <http://www.asb.sk/inzinierske-stavby/vodohospodarske-stavby/upravy-tokov-proti-povodni-1512.html> >
6. HROMÁDKA, Vít – KORYTÁROVÁ, Jana. Protipovodňová ochrana osídlených území a jej efektívnosť. In *Nehnutelnosti a bývanie*. [online]. 2009, no. 2 [cit. 2010-02-01]. Dostupné na internete : <http://www.stu.sk/new/docs//stu/ustavy/ustav_manazmentu/NAB2009_2/clanok_3.pdf >. ISSN 13360944X
7. KOVÁČ, Pavol. *Účinnosť poldrov navrhovaných na rieke Morava a programové vybavenie na jej hodnotenie: študentská vedecká a odborná činnosť*. [online]. Bratislava : STU BA, 2006. [cit. 2010-02-01]. 13 s. Dostupné na internete: <<http://www.fsv.cvut.cz/svoc/2006/prisp/02/kovac.pdf>>
8. KRAVČÍK, Michal a kolektív. *Voda pre tretie tisícročie : neubližujme vode, aby ona neubližovala nám*. Košice : Občianske združenie Ľudia a voda, 2000. 159 s. ISBN 80-968-0313-1
9. LEJA, Zdenko – ČIČKA, Vladimír. [s.a.] *Zvyšovanie retenčnej schopnosti územia*. [online]. B. m. : B. v., [s.a.], [cit. 2010-02-01]. 5 s. Dostupné na internete: <http://labrisk.vsb.cz/cz/kmvp2005/Leja_2.pdf>
10. MAKEĽ, Michal. *Povodne : pred, počas, po-*. Bratislava : Slovenský hydrometeorologický ústav, 2003. 43 s. ISBN 80-88907-38-1

11. MEDRICKÝ, Gregor. Konceptia protipovodňových opatrení v povodí Hrona, Ipľa a Slanej. In *Povodne a protipovodňová ochrana*. Banská Bystrica : Dom techn. ZSVTS, 1998, s. 368-372. ISBN 80-230-0153-1
12. MINÁR, Jozef. *Povodňový potenciál na území Slovenska*. Bratislava : Geo-grafika, 2005. 68 s. ISBN 80-968-1465-6
13. MUNKÁČI, Ján – RIGO, František. História povodní a protipovodňovej ochrany v územnej pôsobnosti OZ Povodie Hrona. In *Povodne a protipovodňová ochrana*. Banská Bystrica : Dom techn. ZSVTS, 1998, s. 21-26. ISBN 80-230-0153-1
14. PETRIKOVIČ, Peter. *Voda pre život – voda živel*. Nitra : Slovenská akadémia pôdohospodárskych vied, 2006. 92 s. ISBN 80-8916-223-1
15. PLECHÁČ, Václav. *Voda problém súčasnosti a budúcnosti*. Praha : Svoboda, 1989. 327 s. ISBN 80-205-0096-0
16. POLEDŇÁK, Pavel. *Riešenie krízových situácií prírodných : súbor prednášok : FŠI ŽU v Žiline*, 2006
17. VRÁNA, K. Povodne v Čechách – príčiny, následky, východiská. In *Voda pre život – voda živel*. Nitra : Slovenská akadémia pôdohospodárskych vied, 2006, s. 23-31. ISBN 80-8916-223-1
18. *Flood protection bags* [s.a.] [online] [cit. 2010-05-14]. Dostupné na internete: <<http://www.rubena.eu/index.php?stranka=4&scid=265> >
19. *Povodne na Slovensku* [s.a.] [online] [cit. 2010-02-01]. Dostupné na internete: <<http://www.svet.czesk.net/clanky/sr/povodneretro.html>>.
20. *Správa toků - oblast povodí Odry, Frýdek-M.* [s.a.] [online] [cit. 2010-05-16]. Dostupné na internete: <<http://www.lesycr.cz/ost51/sprava-toku-oblast-povodi-odry-frydek-m./realizovane-stavby/hb-rohovec-km-1-260---2-199.ep/>>
21. *Staroveká Čína* [s.a.] [online] [cit. 2010-02-01]. Dostupné na internete: <<http://www.spsh.sk/encyklopedia/novy/cina.htm>>
22. *Stavba protipovodňových hrádzí* [s.a.] [online] [cit. 2010-05-14]. Dostupné na internete: <<http://www.pewas.sk/dokumenty/aquaholder/waterholder/45-broura-waterholder-pp-2009/download>>
23. Zákon č. 7/2010 Zbierky zákonov z 2. Decembra 2009 o ochrane pred povodňami.

Prílohy



Obrázok 7 Mokrade

Zdroj: <http://www.mokradeturca.sk/>



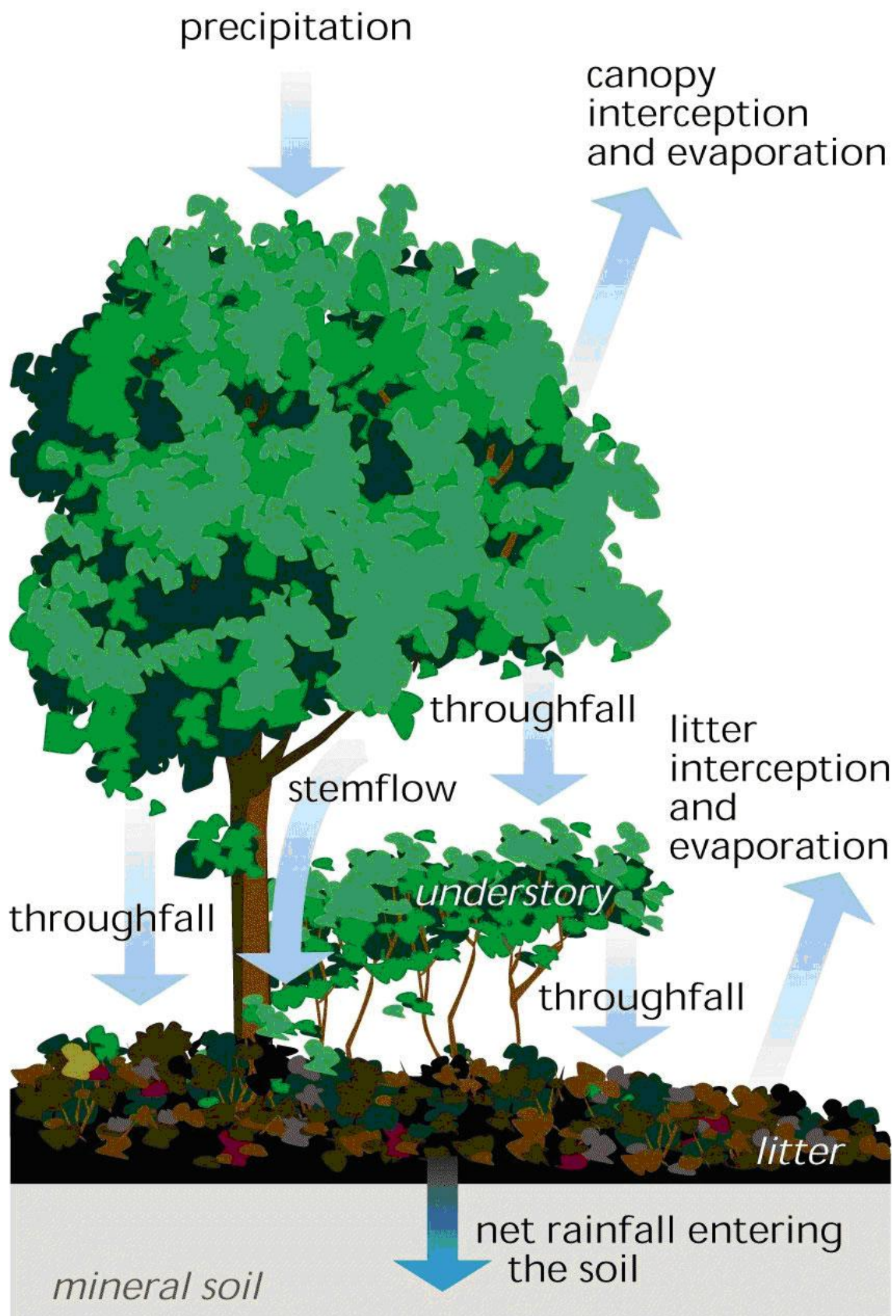
Obrázok 8 Prehrádzky v svahovej rokline

Zdroj: <http://www.vodnyles.sk/>



Obrázok 9 Rybník

Zdroj: <http://www.enviport.cz/>



Obrázok 10 Schematické znázornenie princípu vodozadržnej schopnosti lesa

Zdroj: <http://www.fairfaxcounty.gov/>



Obrázok 11 Úprava rieky Poprad vo Svite – Podskalke

Zdroj: Hrabovský, 2008. <http://www.asb.sk/>



Obrázok 12 Jarovnice - úprava toku Malej Svinky

Zdroj: Hrabovský, 2008. <http://www.asb.sk/>



Obrázok 13 Teleso hrádze sedimentačnej nádržky v poldri nad obcou Frička

Zdroj: Hrabovský, 2008. <http://www.asb.sk/>



Obrázok 14 Ochranný kanál pri obci Iža

Zdroj: <http://www.iza.sk/>



Obrázok 15 Vodná nádrž Teplička

Zdroj: vorec, 2009. <http://fotky.sme.sk>



Obrázok 16 Vrecia s pieskom pred domom v Podbrancí

Zdroj: SITA, 2009



Obrázok 17 Protipovodňové steny použité pri povodni v Prahe v roku 2002

Zdroj: <http://rubena.eu/>