

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

Bakalářská práce

2015

Vladimír Konopa

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

Katedra biotechnických úprav krajiny



**Příčiny vzniku povodňových škod na vodních tocích
v závislosti na působení biologických a antropických
vlivů**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. František Křovák, CSc.

Bakalant: Vladimír Konopa

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra biotechnických úprav krajiny

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Vladimír Konopa

Územní technická a správní služba

Název práce

Příčiny vzniku povodňových škod na vodních tocích v závislosti na působení biologických a antropických vlivů

Název anglicky

Reasons of flood damage on river channels dependent on biological and technical impact

Cíle práce

Na základě zadání vypracuje autor rozbor příčin vzniku povodňových škod v závislosti na působení klimatických, biologických a antropogenních vlivů. Závěry bude aplikovat na příkladech toků na povodí Ohře. Práce bude členěna podle uvedené metodiky.

Metodika

Úvod do problematiky; Metodika a cíl bakalářské práce; Rešerše literatury povodňová charakteristika území ČR ; Vodohospodářská funkce lesů a krajiny; Závěry z šetření povodňových škod na drobných a významných vodních tocích v letech 2000 až 2013; Rozbor příčin vzniku povodňových škod; Význam a přehled biotechnických úprav vodních toků; Vodní toky ve správě státu; Půda jako faktor retence a retardace vodních srážek; Ekosystémy a jejich vliv na odtokové poměry; Význam plochy povodí; Ekonomické aspekty a zhodnocení ; Závěr

Doporučený rozsah práce

40-50 stran textu, mapové přílohy

Klíčová slova

Vznik povodní, povodňové škody, biologické a antropogenní vlivy

Doporučené zdroje informací

- BRUCE K. FERGUSON,; Introduction to Stormwater. 1.vyd. John Wiley & Sons Ltd., 1998. 255 pp.
- Gergel, J., Benešová, J., Březina, J. K., Ehrlich, P.: Metodická pomůcka: Revitalizace drobných vodních toků. VÚMOP, Praha 1999, 88 s. ISBN 1210-1672.
- GORDON, N., D., MC MAHON, T., A., FINLAYSON, B., L.,; Stream Hydrology An Introduction for Ecologist. 1.vyd. John Wiley & Sons Ltd, 1996. 526pp. ISBN 0-471-95505-1
- JUST, T.a kol: Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. Praha, 2005; 354 str. ISBN 80-239-6351-1
- Kemel, M.: Klimatologie, meteorologie, hydrologie, ČVUT, Praha 2000 KŘOVÁK, F., KOVÁŘ, P., KADLEC, V. 2014: Metodika 21/2014. Technická protierozní opatření Hrazení bystřin a strží. Státním pozemkový úřad, 2014
- KOVÁŘ, P., KŘOVÁK, F.: Hrazení bystřin, skriptum pro distanční studium. 1.vyd. Praha: ČZU, LF, 2002 45 str. ISBN 80-213-0888-5
- KOVÁŘ, P., 1988: Úpravy toků, skriptum VŠZ Praha.
- Kulhavý, F. Vrána, K. Zuna, J.: Doporučený standard technický – Dokumentace staveb krajinného inženýrství, Informační centrum ČKAIT, Praha 2002. ISBN: 80-86364-89-5
- Mareš, K.: Úpravy toků navrhování koryt, ČVUT, Praha 1997 METODIKA 20/1996: Metodické pokyny pro revitalizaci potoků. 1.vyd. VÚMOP Praha, 1996. 67 str
- SKLENIČKA, P. 2003: Základy krajinného plánování. Praha. Naděžda Skleničková, 2003, 321 s. ISBN 80-903206-1-9
- VRÁNA, K.; DOSTÁL, T.; GERGEL, J.; KENDER, J.; ZUNA, J.,; Revitalizace malých vodních toků součástí péče o krajinu. 1.vyd. Consult Praha, 2004. 60 str. ISBN 80902132-9-4

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Ing. František Křovák, CSc.

Elektronicky schváleno dne 17. 4. 2015

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan

V Praze dne 17. 04. 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Františka Křováka, CSc., a že jsem uvedl všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal.

V Karlových Varech, dne 10. dubna 2015

.....

Vladimír Konopa

Poděkování

Rád bych poděkoval panu Ing. Františku Křovákovi, CSc. za vedení této práce a cenné rady při jejím zpracování. Také bych chtěl poděkovat celé své rodině za velkou podporu při mém studiu.

Abstrakt

Cílem práce "Příčiny vzniku povodňových škod na vodních tocích v závislosti na působení biologických a antropogenních vlivů" je metodou rešerše uspořádat informace z dostupných zdrojů, zhodnotit získaná data a učinit závěry, které se aplikují na příkladech toku na povodí Ohře. Práce se snaží předložit rámcový soubor relevantních dat k dané problematice povodní v podobě teorie i její aplikace na konkrétní region.

Klíčová slova

povodeň, vznik povodní, povodňové škody, biologické a antropogenní vlivy

Abstract

The aim of the thesis "The causes of flood damages of watercourses depending on the influence of biological and anthropogenic impacts" is to organise information from available sources by the method of research, evaluate the retrieved data and draw conclusions which are applied to the examples of a watercourse in the river Ohre basin. The work tries to present a general set of data relevant to the issue of flooding in the form of both the theory and its application to a specific region.

Keywords

a flood, the cause of floods, flood damages, biological and anthropogenic influences

Obsah

Úvod.....	8
1. Cíl práce	10
2. Metodika	11
3. Povodňová charakteristika území České republiky.....	12
3.1 Klimatické podmínky.....	12
3.2 Faktory ovlivňující povodňové situace a rozdělení povodní	14
4. Význam plochy povodí.....	17
5. Vodní toky ve správě státu	19
5.1 Rozdělení povodí ČR	19
5.2 Hydrologická síť	20
5.3 Ústřední vodoprávní orgány.....	21
5.4 Správci vodních toků.....	21
6. Vodohospodářská funkce lesů.....	23
6.1 Specifika vodohospodářských funkcí a jejich naplňování Vodohospodářské funkce se uplatňují především v lesích:	23
7. Vodohospodářská funkce krajiny.....	25
7.1 Historický vývoj a úprava krajiny v České republice	25
8. Ekosystémy a jejich vliv na odtokové poměry.....	26
8.1 Aspekty ovlivňující odtokové poměry	26
8.2 Lesních ekosystémy a odtokové poměry	26
9. Půda jako faktor retence a retardace vodních srážek	27

9.1	Historie retence půdy	27
9.2	Retenční vlastnosti půd	28
9.3	Složitost půdních poměrů v České republice	29
10.	Závěry z šetření povodňových škod na drobných a významných tocích v letech 2000-2013	30
10.1	Charakteristika vodních toků	30
10.2	Škody způsobené bystřinami	31
10.3	Úpravy a opatření na tocích	33
10.4	Škody způsobené významnými vodními toky	34
10.5	Zásadní povodně v České republice z nedávné doby.....	35
11.	Rozbor příčin vzniku povodňových škod.....	40
11.1	Obecné příčiny	40
11.2	Péče o vodní toky a jejich povodí	42
12.	Význam a přehled biotechnických úprav vodních toků	46
12.1	Význam biotechnických úprav.....	46
12.2	Hrazení bystřin v návaznosti na biologická opatření	46
12.3	Dotační programy na obnovu krajiny	52
12.4	Praktický příklad biotechnické úpravy toku	52
13.	Ekonomické aspekty a zhodnocení.....	59
	Závěr.....	65
	Zdroje.....	66
	Seznam obrázků, tabulek, grafů a rovnic	70

Úvod

Člověk je bezesporu nejvýznamnějším činitelem změn v krajině. Po generace přetváří její podobu. Hlavním důvodem této činnosti je získávání zdrojů potřebných k přežití. Snaží se také spoutat nebo využít přírodní živly ke svému prospěchu. Avšak mnohdy se tak děje s cílem snížit jejich negativní vliv na zdraví a majetek, neboť přírodu se doposud zcela spoutat nepodařilo.

Téma této bakalářské práce, které jsem si zvolil, má přímou vazbu na mé zaměstnání, neboť více než jedno desetiletí působím jako činitel ve stavební společnosti zabývající se protipovodňovými opatřeními, úpravou a údržbou vodních toků, a to na téměř celém území České republiky. Své zkušenosti bych chtěl využít při zpracování této práce.

Hned v úvodu bych chtěl citovat z Evropské vodní charty, přijaté již v roce 1968 ve Štrasburku, která velmi zřetelně vystihuje obrovský význam vody pro lidské žití na zemi: “Bez vody není života. Je drahocenná a pro člověka ničím nenahraditelná.“ (Evropská vodní charta, Štrasburk 1968). Tento dokument je stále aktuální a vzhledem k tomu, že voda je čím dál cennější jako nenahraditelný zdroj, konala se postupně i další světová fóra na „vodní“ téma. První proběhlo v roce 1997 v Maroku, druhé světové fórum o vodě proběhlo v Nizozemském Haagu v roce 2000. Na jejich uskutečnění se významně podílely tyto instituce: Světové sdružení pro vodu, Světová komise pro vodu, Světové partnerství pro vodu, Mezinárodní komise pro zavlažování a odvodňování a Světový fond pro ochranu přírody. Smyslem těchto zasedání bylo zajistit lidstvu přístup k nezávadné vodě nezbytné pro zdravý vývoj civilizace, ale také jak zvládat rizika negativních vlivů vody.

Poslední zmíněné je pak jádrem problematiky, kterou se pokusím zpracovat na následujících stránkách. Příčiny vzniku povodňových škod na vodních tocích ve správě společností Povodí Ohře, s. p. a Lesy ČR, s. p. se tak stávají tematickým rámcem, který bude následovat po rešerši teorie související působením vody v krajině. Je-li to negativní působení, pak máme na mysli kupříkladu povodně. Ty způsobují v České republice každoročně značné škody, při kterých dochází k nebezpečným povodňovým situacím ohrožujících zdraví, lidské životy a majetek. Je proto nutné této situaci předcházet účinnými protipovodňovými opatřeními, které by těmto následkům předcházely. V živé paměti pak máme všichni několik

nedávných povodní, které v posledních letech postihly Českou republiku a měly katastrofální následky.

Je zřejmé, že voda je na jednu stranu životadárná, ale dokáže být i velkým problémem pro člověka, který může jen těžko odolat přírodním živlům. Jaké jsou příčiny těchto negativních vlivů, se pokusím odpovědět v následujících kapitolách.

V souvislosti s povodněmi vyvstávají otázky, jakým způsobem lze omezit ničivé působení přívalových dešťů. Dle mých zkušeností lze mnohdy náročná technická opatření nahradit levnými a přírodě blízkými způsoby, které jsou osvědčené a znali je již naši předkové. Je rovněž důležité nahlížet na tuto problematiku komplexně. Mám na mysli pravidelnou údržbu nejenom významných vodních toků, ale i drobných vodních toků bystřinného charakteru. Dosti často se zapomíná na plochy rozlivového území, které značně ovlivňují průběh bleskových povodní a mají nejen velkou retenční schopnost, ale též jsou schopny pojmout značnou část vody vylitou z koryta toku a tím eliminovat dopad povodně. Dále je zapotřebí udržovat dostatečnou kapacitu průtočného profilu, zmenšovat rychlost průtoku vody vhodnými přírodními zdrsňujícími prvky, zachovávat meandrující charakter koryta a snažit se co nejvíce zadržovat vodu v krajině. Je rovněž důležité věnovat pozornost vhodné skladbě dřevin břehových porostů, ale i lesů. Ty svými přirozenými retenčními účinky jsou prvotním článkem hydrologického cyklu a mají mimořádně pozitivní vliv na vodní hospodářství. Je zapotřebí rovněž věnovat velkou pozornost obhospodařování zemědělských pozemků, zejména přihlížením k osevním postupům. Velký vliv na odtokové poměry má i současná rozsáhlá výstavba uměle zpevněných ploch, které významným způsobem snižují retenční schopnost půdy a urychlují odtok povrchové vody v daném povodí. Nemalý podíl na rozsáhlých povodních mají bezesporu neuvážené výstavby objektů v zátopových územích řek. Tento prostor poté, v době bleskové povodně, postrádá dostatečnou kapacitu pro rovnoměrné rozlití hladiny, která velmi rychle nastoupá a zatopený prostor je mnohonásobně větší.

1. Cíl práce

Cílem bakalářské práce je rozbor příčin vzniku povodňových škod v závislosti na působení klimatických, biologických a antropogenních vlivů. Vzhledem ke své profesionální praxi spojené nejen s likvidací povodňových škod, ale především realizací a výstavbou protipovodňových opatření, jsem postupně načerpal mnoho cenných zkušeností, díky kterým jsem byl mnohdy přizván nejen k připomínkování některých projektů těchto staveb. Rozhodl jsem se proto využít těchto praktických poznatků při zpracovávání bakalářské práce.

2. Metodika

Metodicky je práce rozdělena do dvou částí. V rovině teoretické se budu zabývat především povodňovou charakteristikou území ČR, jednotlivými ekosystémy a jejich vlivy na odtokové poměry. Zásadním faktorem retence a retardace vodních srážek je půda, která velkou měrou ovlivňuje nejenom vodohospodářskou funkcí lesů a krajiny, ale i odtok povrchových vod. V neposlední řadě chci poukázat na civilizační jevy, jež mají rozhodující vliv na utváření reliéfu krajiny, která vodu dokázala od nepaměti infiltrovat a bezpečně odvádět z jednotlivých povodí. Praktickou část chci věnovat rozborům svých poznatků získaných při realizaci protipovodňových staveb a biotechnických úprav vodních toků. Výsledky těchto zkoumání by měly být podkladem k další diskuzi odborné veřejnosti. Zejména chci poukázat na ekonomickou efektivnost, s důrazem na upřednostňování biologických úprav před technickým řešením staveb. Rovněž se budu zabývat antropogenními vlivy, které výrazně ovlivňují průběh povodňových událostí.

Výstupem mé práce bude detailní rozbor příčin vzniku povodňových škod. Dále chci prezentovat způsob jejich předcházení a demonstrovat moje názory a zkušenosti s realizací některých staveb. Denně se zabývám často komplikovanými a z mého pohledu ekonomicky náročnými řešeními některých staveb. Chtěl bych navrhnout účinná a efektivní obranná opatření vycházející z mého pohledu, to znamená člověka, který se osobně profesně zabývá realizací úprav toků. Závěrem bude shrnutí všech aspektů, které by mohly posloužit jako návod pro efektivnější a hospodárnější řešení povodňových opatření.

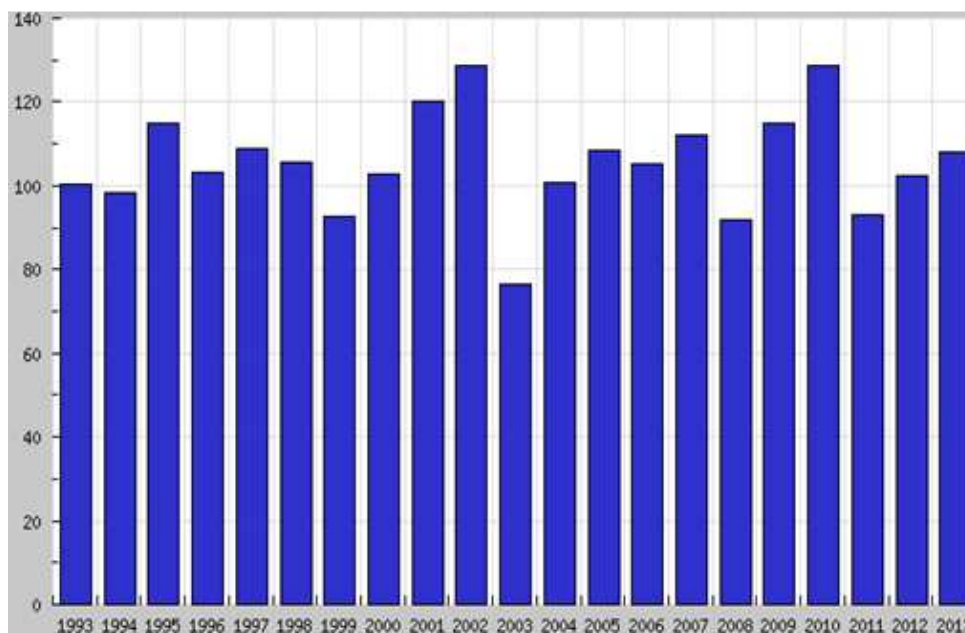
3. Povodňová charakteristika území České republiky

3.1 Klimatické podmínky

Území České republiky se nachází v oblasti mírného klimatického pásu s pravidelným ročním cyklem teplot a srážek. Mimo těchto dlouhodobých výkyvů jsou krátkodobé změny počasí způsobovány častými přechody atmosférických front, které od sebe oddělují teplejší a studenější vzduchové masy, a jsou většinou doprovázeny srážkami. Pro vznik povodní v ČR jsou v naprosté většině případů rozhodující hydrologické příčinné jevy na území republiky.

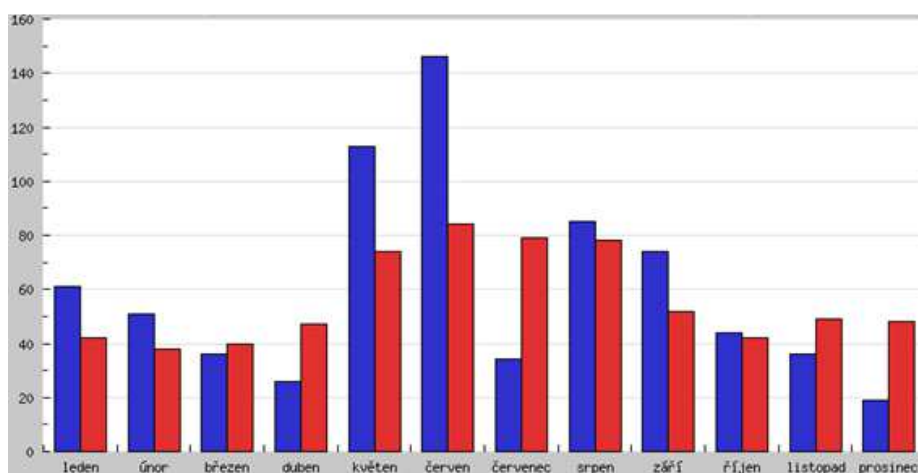
Rozdělení srážek v průběhu roku má spíše kontinentální charakter. Nejvyšší měsíční úhrny srážek připadají na květen až srpen, nejméně srážek je v únoru a březnu. V letních měsících se často vyskytují krátkodobé vydatné srážky bouřkového charakteru, které zasahují poměrně malá území. Dlouhodobý roční úhrn srážek obecně stoupá se zvětšující se nadmořskou výškou, významně se však projevují orografické vlivy terénu (ČHMÚ).

Graf 1: Roční srážkové úhrny (v % dlouhodobého normálu).



Zdroj: ČHMÚ

Graf 2: Měsíční srážky v 2013 v porovnání s dlouhodobým normálem (mm).



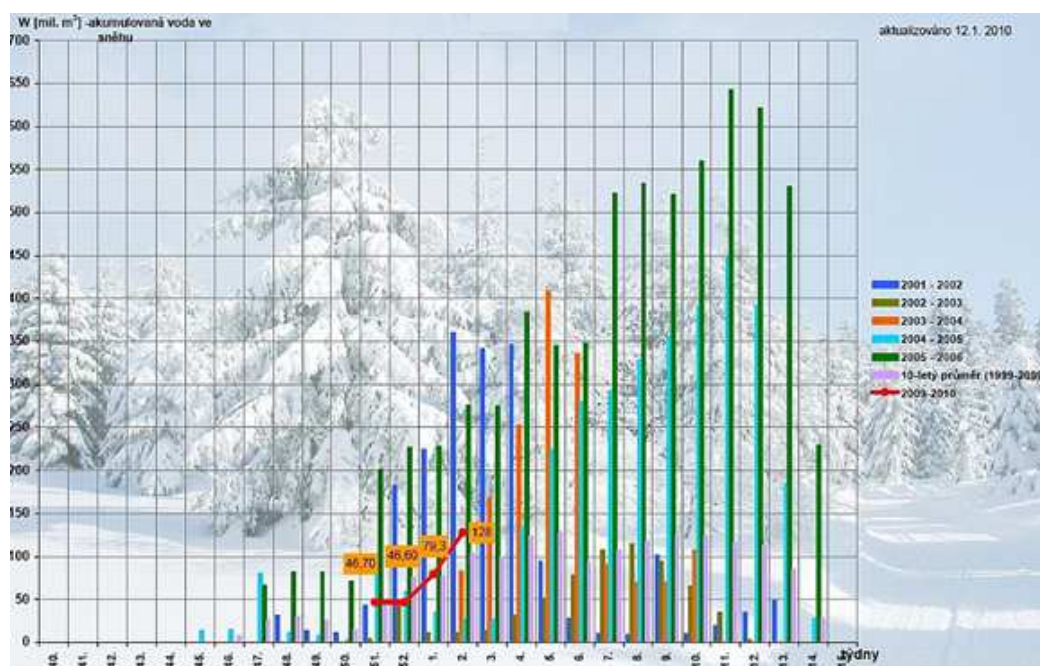
Legenda: modrá – rok 2013; červená dlouhodobý normál (mm)

Zdroj: ČHMÚ

Sněhová pokrývka se objevuje v průměru od poloviny prosince do poloviny března, na horách leží sníh někdy až do května. Výška sněhové pokrývky v průměru dosahuje v nížinách 10 až 20 cm, ve středních polohách 40 až 60 cm, v horských oblastech přes 100 cm. Období tání sněhové pokrývky není pravidelné, tání významná pro vznik povodní mohou nastat prakticky od prosince až do dubna. Roky bohaté na množství sněhové pokrývky jsou velkým rizikem pro vznik rozsáhlých povodní. V tomto období je v množství sněhu naakumulována obrovská masa vody, přibližně 5 mld. m³.

Pro konkrétní představu o množství obsažené vody ve sněhové pokrývce v průběhu jednotlivých týdnů v roce předkládám níže uvedený graf č. 3.

Graf 3: Porovnání zásoby vody vybraných let ve sněhu v jednotlivých týdnech po profil VD Nechranice za období 2001-2010.



Zdroj: ČHMÚ

3.2 Faktory ovlivňující povodňové situace a rozdělení povodní

Povodní se ve smyslu technické názvoslovné normy rozumí „přechodné výrazné zvýšení hladiny toku, způsobené náhlým zvětšením průtoku, nebo dočasným zmenšením průtočnosti koryta (např. ledovou zácpou)“. Povodeň zpravidla působí na některých úsecích toku hospodářské škody podle stupně vybudované ochrany.

Velikost povodně se obvykle hodnotí podle velikosti jejího kulminačního průtoku (m^3/s), ve srovnání s N-letými maximálními průtoky platnými pro daný úsek toku. Tyto údaje vydává Český hydrometeorologický ústav na základě statistického zpracování dlouhodobých měření. N-letý průtok je kulminační průtok, který je dosažen nebo překročen průměrně jednou za N let. Reciproční hodnota N-letitosti udává pravděpodobnost výskytu daného nebo většího průtoku v běžném roce. Např. 100-letá povodeň je jev, který se v dlouhodobém průměru vyskytuje jednou za 100 let, prakticky se však může na stejném vodním toku opakovat hned druhý rok. V menší míře se používá hodnocení velikosti povodně podle objemu povodňové vlny.

Přírozené povodně, vyskytující se v našich podmínkách, lze rozdělit do několika hlavních typů:

- **zimní a jarní povodně** způsobené táním sněhové pokrývky, převážně v kombinaci s dešťovými srážkami – tyto povodně se vyskytují nejvíce na podhorských tocích bystrinného charakteru a pokračují dále i do nížinných úseků velkých toků (např.: březen 1981 – horní a střední Labe, povodí Ohře, horní Morava, prosinec 1993 – horní Vltava, Otava)
- **letní povodně** způsobené dlouhotrvajícími nebo rychleji za sebou jdoucími regionálními dešti, které velmi rychle nasytí půdu a ta následně ztrácí svou vsakovací vlastnost – vyskytují se obvykle na všech tocích v zasaženém území, s výraznými degradačními důsledky na středních a větších tocích (např.: červenec 1981 – povodí Berounky, Vltava, Labe, srpen 1985 – povodí Odry, Moravy a Dyje, červenec 1997 – povodí Odry, Moravy a horního Labe).

Zimní povodňové situace, způsobené ledovými jevy na tocích i při relativně menších průtocích, vyskytující se v úsecích toků náchylných ke vzniku ledových bariér, které následkem přemrznutého ledu jsou na sebe doslova navažené nerozdělitelným spojem. Bariéry tohoto charakteru jsou nuceni správci toků odstraňovat těžkou technikou (např.: leden 1982 – Berounka, Cidlina, Ohře, únor 1985 – povodí Moravy, Dyje, Sázavy a další toky).

Letní povodně způsobené krátkodobými srážkami velké intenzity (přes 100 mm za několik málo hodin) zasahující poměrně malá území. Mohou se vyskytovat kdekoliv na drobných vodních tocích. Katastrofální důsledky mají zejména na sklonitých povodích v podhorských územích, které mají vějířovitý tvar (např.: červen 1979 – Stěnova a horní Metuje, červenec 1979 a 1987 – Jílovský potok, červen 1987 – Dřevnice a Vsetínská Bečva, červen 1995 – Litavka, červen 1996 – povodí Opavy na Bruntálsku).

Pro vznik povodní jsou v naprosté většině případů rozhodující hydrologické příčinné jevy na území republiky. Povodně, přicházející ze sousedních zemí, mohou připadat v úvahu pouze na Ohři (přítok do VD Skalka) a na Dyji (přítok do VD Vranov).

Zvláštní skupinu povodní tvoří povodně způsobené umělými vlivy, tj. situacemi, které mohou nastat při stavbě, nebo provozu vodohospodářských děl vzdouvajících vodu při narušení vzdouvacího tělesa, při poruše hradících konstrukcí výpustných zařízení, nebo při nouzovém řešení kritických situací z hlediska bezpečnosti vodohospodářských děl. Tyto případy bývají často spojeny s výskytem přirozené povodně v daném území. Jde většinou o zemní hráze malých nádrží a rybníků, jejichž výpustné a přelivné objekty nejsou dostatečně kapacitní pro bezpečné převedení přítoku do nádrže. Při zvláštních povodních funguje způsob předávání hlášení z ohrožených vodohospodářských děl, které upravují jejich manipulační a provozní řády.

Výše povodňových škod při konkrétní povodni závisí na mnoha faktorech, z nichž nejdůležitější jsou:

- velikost a průběh povodně, charakterizovaný hodnotou kulminačního průtoku, tvarem a objemem povodňové vlny a také délkou a dobou výskytu povodně
- stav a kapacita koryta toku, kapacita jezů, mostů a dalších objektů na toku, odolnost koryta a objektů proti proudící vodě
- způsob zástavby a využívání zátopového území, které má být úměrné pravděpodobnosti zatopení; objekty a předměty v zátopovém území, které mohou být při povodni odplaveny, jsou potenciálním nebezpečím ucpání průtočného profilu v dolní části toku
- včasná informovanost o povodňovém nebezpečí, tj. spolehlivá činnost předpovědní a hlásné povodňové služby
- připravenost a úroveň prováděných opatření na ochranu před povodněmi, jako souhrn aktivit povodňových orgánů, správců vodních toků, správců či majitelů ohrožených nemovitostí a všech dalších orgánů a organizací zapojených v systému ochrany před povodněmi.

Na některých tocích je možné velikost a průběh povodně aktivně ovlivňovat zachycením části povodňové vlny v nádrži nebo jejím převodem do jiného povodí. Ochranný účinek má v podstatě každá vodní nádrž, v pramenných oblastech horních úseků drobných vodních toků každá retenční nádrž nebo stupeň, mající dostatečný ochranný (retenční) prostor.

4. Význam plochy povodí

Povodí je základní hydrologickou oblastí, pro kterou se sestavuje bilanční rovnice. Je to území, které je ohraničené rozvodnicí, pomyslnou čarou v terénu, která vyznačuje hranici mezi povodími. Toto orografické rozvodí ne vždy koresponduje s hranicí podzemních vod. Plocha povodí je plochou půdorysného průřezu povodí do vodorovné roviny a udána je v km². Stanovuje se planimetrováním z map. Povodí mohou být symetrická, ale převážná část z nich jsou asymetrická. Míru asymetrie vyjadřujeme vzorcem:

Vzorec 1: Míra asymetrie.

$$a = \frac{F_1 - F_p}{F_1 + F_p} = \frac{F_1 - F_p}{F}$$

kde: F_1 plocha povodí vlevo od hlavního toku (km², ha)

F_p plocha povodí vpravo od hlavního toku (km², ha)

F celková plocha povodí (km², ha)

Zdroj: Křovák

Plocha povodí a tvar povodí jsou základními geometrickými charakteristikami povodí. Zeměpisná poloha a orografické poměry patří také do charakteristik povodí. Zeměpisná poloha je dána zeměpisnými souřadnicemi, orografické poměry představují výškové a sklonové poměry. Zajímá nás tedy hlavně nadmožská výška uzavírajícího profilu povodí, nejvyšší kóty v povodí, dále průměrná nadmožská výška povodí a střední sklon svahu v povodí. Geologické a půdní poměry výrazně ovlivňují rozdělení odtoku ze srážek na odtok povrchový a podpovrchový. V místech, kde jsou dobře prostupné horniny a půdy, se při vydatných deštích vsakuje více vody do spodních horizontů a tím se snižují povodňové průtoky v tocích. Geologické poměry jsou významné z hlediska celkových zásob podzemní vody a mají vliv na tvorbu úrovně hladin podzemních vod. Jednou ze zásadních charakteristik povodí je vegetační kryt, který zachycuje určité množství srážek, ovlivňuje výpar z půdy a svým charakterem ovlivňuje i rychlost stékající vody

po svazích povodí. Celková plocha povodí zjišťuje zastoupení jednotlivých druhů krytu v % – zastavěná území, zalesněné plochy, plochy polí a luk atd. (Beran 2000).

Velikost a doba trvání povodně závisí zejména na velikosti povodí (větší povodí má větší specifický odtok a tím menší povodně), tvaru povodí (menší povodně bývají na řekách s protáhlým povodím), intenzitě a době trvání deště (pro vznik povodní mají větší význam přívalové deště), propustnosti půdy (propustnější půda lépe infiltruje vodu ze srážek a zmenšuje povrchový odtok) a na rozsahu a druhu porostu v povodí (hustá vegetace zadržuje více vody intercepce). Velikost povodně je ovlivněna také velikostí zátopového území, které umožňuje rozlití povodňové vlny do plochy a zmenšuje tak vodní stav, nebo přítomností přirozených či umělých nádrží, které vyrovnávají průtok zadržením vody. Jednoduché povodně mají jen jedno maximum a trvají obvykle krátce (několik hodin), složité povodně jsou delší (trvají několik dní až týdnů) a mohou mít několik maxim (Chábera 1999).

Hydrologickou bilanci povodí ovlivňuje i akumulace vody v povrchových depresích, nádržích, jezerech a bažinách.

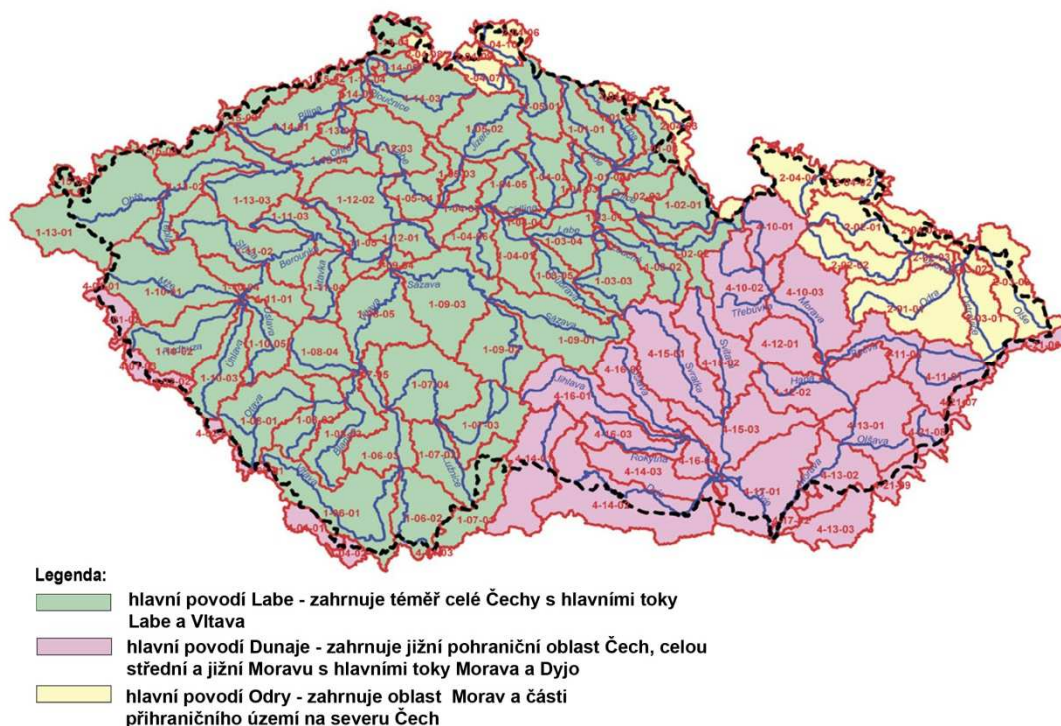
Důležitou úlohu hrají při povodních přirozené inundační (zátopové) území podél vodních toků, dovolující rozlití kulminační vlny do prostoru, kde nedojde k žádným škodám na životech a majetku. Voda se po opadnutí opět vrátí do přirozeného koryta (Herynek 1990).

5. Vodní toky ve správě státu

5.1 Rozdělení povodí ČR

Území České republiky je významnou pramennou oblastí evropského kontinentu a z hydrologického hlediska ji můžeme označit za "střechu Evropy". Rozkládá se na rozvodnici tří moří: Severního, Baltského a Černého. Prakticky všechny její významnější vodní toky odvádějí vodu na území sousedních států. Proto jsou vodní zdroje České republiky závislé téměř výhradně jen na atmosférických srážkách. Rozvodí Severního, Baltského a Černého moře dělí území České republiky na tři hlavní hydrologická povodí: povodí Labe, povodí Odry a povodí Moravy (IS Voda ČR).

Obr. 1: Členění povodí ČR.



Zdroj: ČHMÚ.

Činnosti státních podniků Povodí jsou určeny kromě zákona č. 305/2000 Sb., o povodích, také předmětem podnikání zapsaném v obchodním rejstříku a zakládací listinou. Základní poslání státního podniku spočívá ve výkonu funkce správce povodí, správce významných a určených drobných vodních toků, v provozu a údržbě vodních děl ve vlastnictví státu, s nimiž má státní podnik právo hospodařit, a výkonu dalších práv, povinností a činností svěřených státnímu podniku. Vzniku povodní

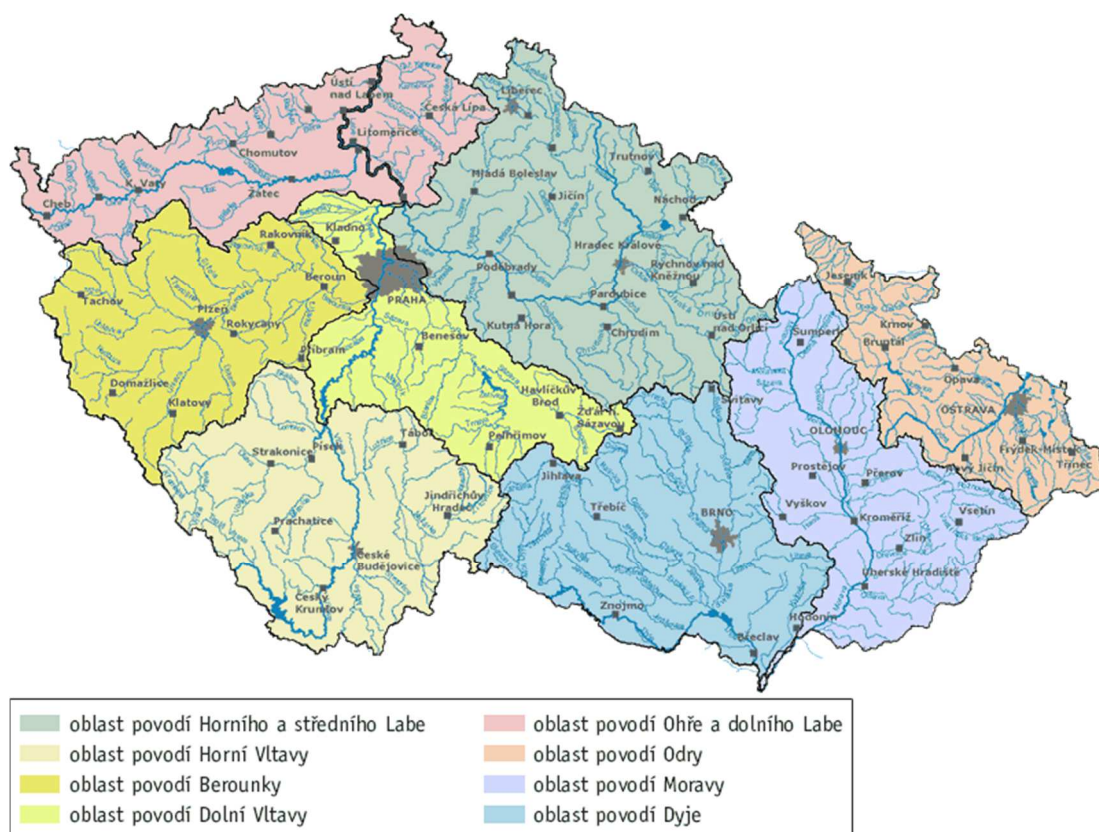
nelze zabránit, lze pouze zmírnit jejich dopad na životy a majetek obyvatel. Úlohou Ministerstva zemědělství jako zakladatele státních podniků Povodí je zprostředkovávat široké veřejnosti data odborných správců vodních toků, která tyto subjekty monitorují pro své každodenní rutinní úkoly.

5.2 Hydrologická síť

Hydrologickou síť tvoří cca 76 000 km vodních toků (s přirozenými i upravenými koryty). Podle vyhlášky č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků, ve znění pozdějších předpisů, mají významné vodní toky délku 15 536 km. Páteřními toky jsou Labe (370 km) s Vltavou (433 km) v Čechách, Morava (272 km) s Dyjí (306 km) na jižní Moravě a Odra (135 km) s Opavou (131 km) na severu Moravy a ve Slezsku. Úhrnná délka drobných vodních toků činí přes 60 000 km.

Hydrologickou síť České republiky tvoří, jak již bylo uvedeno, tři hlavní hydrologická povodí: povodí Labe, Odry a Moravy (Dunaje). Vzhledem k velikosti území České republiky jsou hlavní povodí pro potřeby plánování v oblasti vod dále dělena do osmi oblastí hydrologických povodí (oblast povodí Horního a středního Labe, Horní Vltavy, Berounky, Dolní Vltavy, Ohře a dolního Labe, Odry, Moravy a Dyje), které spravuje pět státních podniků Povodí: Povodí Vltavy, Povodí Ohře, Povodí Labe, Povodí Odry a Povodí Moravy (IS Voda ČR).

Obr. 2: Mapa oblastí povodí



Zdroj: Deník obce.

5.3 Ústřední vodoprávní orgány

Kompetenci ústředních vodoprávních úřadů při výkonu státní správy v oblasti vod České republiky upravuje ustanovení § 108 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). V České republice platí systém tzv. sdílených kompetencí, což v praxi znamená, že působnost ústředního správního orgánu je sdílena pěti ministerstvy.

5.4 Správci vodních toků

Správci vodních toků v působnosti Ministerstva zemědělství zajišťují správu přibližně na 93,4 % délky všech vodních toků v České republice. Asi 6,6 % se na správě vodních toků podílejí ostatní subjekty, mezi které patří Ministerstvo obrany, správy Národních parků a ostatní fyzické a právnické osoby.

Vodní toky na území České republiky jsou rozděleny na významné vodní toky v délce 16 326 km a drobné vodní toky v délce 86 553 km. Významné vodní toky a asi polovinu určených drobných vodních toků spravují státní podniky Povodí, tj. Povodí Vltavy, s. p.; Povodí Ohře, s. p.; Povodí Labe, s. p.; Povodí Odry, s. p. a Povodí Moravy, s. p. Dalším významným správcem drobných vodních toků je státní podnik Lesy České republiky.

6. Vodohospodářská funkce lesů

6.1 Specifika vodohospodářských funkcí a jejich naplňování

Vodohospodářské funkce se uplatňují především v lesích:

- pramenných oblastí (chráněných oblastí přirozené akumulace vod – CHOPAV), které zaujímají v ČR 16 % celkové plochy lesů, sleduje se zde usměrnění odtokového režimu srážkových vod, zejména útlumu velkých vod (funkce retenční)
- v pásmech hygienické ochrany zdrojů povrchových vod (vodárenských nádrží), na tyto lesní porosty, které chrání půdu a vodní režim v zájmu zachování kvality vody v nádržích, připadá 10 % plochy lesů
- v pásmech hygienické ochrany zdrojů podzemních vod, plošný rozsah těchto porostů, chránících především kvalitu vody, je asi 2 %.

Celkově zaujímají lesy s významnými vodohospodářskými funkcemi asi 28 % plochy všech našich lesů. K nejvýznamnějším hospodářským opatřením v těchto lesích, diferencovaným podle sledovaného cíle, patří úprava druhové a prostorové skladby porostů, obnovní způsoby a postupy a v neposlední řadě šetrivé těžebně dopravní technologie. Konkrétní hospodářské postupy byly zpracovány již v roce 1982 do Instrukce MLVH – 13/1982 k hospodaření na lesních pozemcích v ochranných pásmech vodních zdrojů. Preventivní opatření sledující maximální účinnost těchto funkcí jsou ekonomicky prokazatelně výhodnější než následná technická vodohospodářská opatření pro úpravu vodního režimu krajiny a pro čištění vody.

Mimo lesní půdu se nacházejí plošné i řadové břehové porosty, jako doprovody vodních toků, mající výraznou vodohospodářskou, půdoochrannou, klimatickou, rekreační a estetickou funkci. Je proto žádoucí jejich cílevědomé obhospodařování.

Specifickou skupinu vodohospodářsky významných opatření proto představuje činnost hrazení bystřin a lesnicko-technických meliorací. Zákon č. 289/1995 ukládá provádění této služby na lesní půdě za povinnost vlastníkům lesa na jejich náklady, pokud orgán státní správy lesů nerozhodne o tom, že jde o opatření ve veřejném zájmu. V tomto případě hradí veškeré náklady stát, vlastník lesa je povinen provedení nezbytných opatření strpět.

Lesy ČR, s. p. byl pověřen spravovat, obhospodařovat a chránit lesní pozemky a porosty na nich rostoucí, které jsou ve vlastnictví státu. Dále je tento subjekt pověřen správou drobných vodních toků, které tvoří hydrografickou síť v horských, podhorských a v pramenných částech povodí. Toto spojení lesnických a vodohospodářských aktivit je zcela přirozené a logické, protože les a voda spolu úzce souvisí, oba fenomény se ovlivňují, doplňují a vzájemně se potřebují. Komplexní pohled na problematiku retence vody v krajině, ochranu půdy proti erozi a optimální stav odtokového a splaveninového režimu vodních toků v horních partiích povodí vždy byl a je vlastní odborníkům v odvětví lesního hospodářství.

7. Vodohospodářská funkce krajiny

7.1 Historický vývoj a úprava krajiny v České republice

Historicky se krajina na území ČR utvářela do 4 základních funkčních typů krajiny, které odrážejí prostorovou strukturu využití ploch.

- technizovaná a urbanizovaná krajina, kterou tvoří městské a venkovské zastavěné plochy v intravilánech, výrobní plochy, rekreační zástavba chatových osad, silnice, dálnice, železnice, plavební kanály, umělé vodní plochy, těžební a devastované areály
- zemědělská krajina, kde je převaha orných půd (polní krajiny), trvale travních porostů (luční krajiny), orné půdy s výrazným podílem vinogradů, sadů, chmelnic, rybníků
- zemědělsko-lesní krajina je tvořena mozaikou lesů a polí, lesů a luk, lesů a rybníků
- lesní, luční a skalní krajina zahrnuje areály jehličnatých, smíšených a listnatých lesů, kosodřevina, horské louky, vystupující skalní podklad.

Od roku 1996 se v rámci vyhlášených Programů MŽP zvyšuje stabilita krajiny a její biologické rozmanitosti – biodiverzity. Vytvářejí se tím předpoklady pro obnovení půdoochranných, protierozních, vodohospodářských a krajinnotvorných funkcí a pro ochranu přírody včetně kulturního dědictví venkova.

Revitalizace říčních systémů představuje realizaci takových opatření na vodních tocích, nádržích a jejich povodích, která vedou jak k postupné obnově a stabilizaci vodního režimu v krajině, jenž byl v minulosti narušen necitlivými zásahy a nevhodným způsobem hospodaření, tak i k obnově a tvorbě prvků systémů ekologické stability vázaných na vodní režim. Těmito úpravami dochází nejen ke zvýšení retenční schopnosti krajiny, ale zvyšuje se i biologická rozmanitost, a tím stabilita jednotlivých krajinných prvků i krajiny jako celku.

8. Ekosystémy a jejich vliv na odtokové poměry

8.1 Aspekty ovlivňující odtokové poměry

Změny odtokových poměrů v krajině jsou datovány už snad od starověku. Velký vliv měl rozmach zemědělství, který spíše negativně ovlivňoval odtokové poměry v krajině. Dalším velkým zásahem do lesních ekosystémů a tím obrovskému narušení přirozených odtokových poměrů krajiny bylo rozsáhlé odlesňování.

8.2 Lesních ekosystémy a odtokové poměry

V horských a podhorských oblastech naší republiky pramení množství menších či větších toků, jedná se převážně o bystřiny, které jsou ve stavu potenciaálního erozního ohrožení a z něho plynoucích škod na lesích a nemovitostech v povodí. Pro neškodné odvádění povodňových odtoků z povodí bystřin jsou nezbytná biologická, biotechnická a stavebně technická opatření.

Tuto činnosti zajišťují správci toků, tudíž jednotlivá povodí a správy toků LČR.

Z dlouhodobého výzkumu je zřejmé, že způsoby hospodaření v lesích a s nimi spojené technologie ovlivňují vodní koloběh méně významně než geografické prvky, jež jsou primárním činitelem mající vliv na srážko-odtokové poměry. Pro povodňové situace je nejvýznamnější, mimo srážkové intenzity a doby trvání srážky, právě sklon svahu, který nejvyšší měrou ovlivňuje dobu svodu vody do sítě soustředěného odtoku.

Lesní porosty a lesní půdy zpožďují odtoky jen do určité míry, jejich retenční kapacita se pohybuje v rozmezí 70 až 150 mm srážek, podle nasycenosti lesního ekosystému vodou. Zkušenosti s povodňovými situacemi ukazují, že při překročení maximální nasycenosti prostředí a pokračujících srážkách není les, stejně jako žádný jiný ekosystém schopen zabránit vzniku katastrofálních povodní. Jejich průběh však neurychluje ani nezvýrazňuje. Lesní ekosystém dobře chrání krajinné prostředí před povodňovými škodami, má schopnost tlumit vnější náhlé podněty, avšak jen po určitou mez. Významné jsou také protierozní účinky lesů, ty je však třeba posuzovat se zohledněním orografických poměrů podle stavu vegetace celého povodí a faktorů, které stav vegetace mohou narušit (např. nešetná porostní obnova).

9. Půda jako faktor retence a retardace vodních srážek

9.1 Historie retence půdy

Systém dnešního obhospodařování zemědělské půdy má kořeny v době vzniku Československého státu. Agráři se v roce 1920 rozhodovali, jakou cestou obhospodařování půdy půjdou. Měli na vybranou ze dvou motivů hospodaření v první řadě Dánský styl (obilí, zornění půdy), nebo holandský styl (dobytek na maso, louky a pastviny). Tehdejší cena komodit na newyorské burze rozhodla o typu výroby zaměřeném na obilí, tudíž na masovém zornění půd. Již tenkrát bylo nevědomky rozhodnuto o snížení retenční kapacity půdy, protože rozdíl mezi retencí orné půdy a retencí travních porostů je asi sedm až deset procent.

V té době však existovala malá políčka, nebyly výjimkou louky střídané ornou půdou, meze, remízky, mechanizačními prostředky byli koně. Větší problémy s retencí vody nastaly až po roce 1948. V komunistickém systému tvorby krajiny zmizely meze (ty samy o sobě mají sice malou retenční schopnost, ale rozbíjely a zpomalovaly soustředěné proudy vod tekoucích po pozemku), výrazně se začaly zvětšovat bloky orné půdy. Na zemědělské pozemky se dostala těžká mechanizace a půdy v povrchové i podpovrchové vrstvě byly utužovány.

Období do roku 1989 je charakteristické značnou půdní erozí. Zhruba do roku 1992 tento stav ještě vygradoval ke svému maximu ve spojitosti s prudkým zhoršením retence vody v půdě. Souvislosti můžeme nalézt v nesyrovém obhospodařování zemědělské půdy spočívajícím v převaze pěstování řepky, obilnin a kukuřice, což představovalo cca 74 % celkové výměry orné půdy. V této době se z krajiny začínají rychlým tempem vytrácet pole s pícninami, jejichž úbytek odhadujeme na cca 21 % méně při porovnání s celkovou výměrou orné půdy. Mezi další negativa ve smyslu zhoršení retence vody v krajině je pak odklon od zeleného hnojení a bezorebné technologie zpracování půdy s čímž souvisí zvýšené hutnění půd a zhoršení infiltrace a retence. Zcela logicky se tak voda nemůže vsakovat, ale pouze odtékat, což pak způsobuje nemalé škody. Tím se vlastně uzavírá kruh, neboť se zvyšujícím se odtokem vody ze zemědělských pozemků se zvyšuje eroze půdy, snižuje se hloubka půdního profilu a tím i retenční kapacita půdy samotné. Stížnosti zemědělců na opakující se sucha jsou minimálně z části neopodstatněná, protože vlastním přičiněním z pozemků urychlují odtok vody a podporují erozi.

9.2 Retenční vlastnosti půd

Kapacita půdy pro zadržování vody může být definována jako schopnost půdy zachytit, podržet a po té postupně uvolňovat vodu. Tady je potřeba si říci, že současné změny ve využívání půdy a zvyšující se rozdíly ve srážkách a teplotě mají vliv na tuto životně důležitou schopnost půdy a související komponenty koloběhu vody jako je odtok, vsak a infiltrace.

Retence vody v půdě je klíčovou vlastností půdy a významnou součástí vodního cyklu, který výrazně ovlivňuje fungování půdy a její schopnost poskytovat širokou škálu zboží a služeb ekosystémů, které jsou životně důležité jak pro lidské činnosti (např. zemědělství), tak i pro přírodu (např. poskytování stanovišť pro různé druhy). To je definováno ve velké míře podle typu půdy, v závislosti na jejím povrchu, obsahu organických hmot, struktuře nebo hloubce, například. Kromě toho i způsob užívání půdy a postupy řízení mají významný vliv na tuto schopnost.

Půda a voda jsou dva zásadní zdroje, které přímo nebo nepřímo ovlivňují naše každodenní aktivity a jsou úzce propojeny prostřednictvím schopnosti půdy zadržovat vodu. Pro lepší pochopení mechanismů a faktorů, které mají vliv na zadržování vody v půdě, je důležité zajistit a zlepšit dlouhodobou dodávku ekosystémových služeb, které jsou závislé na půdě a vodě. Důsledky změny retenčních kapacit půdy spolu s dopady měnících se rázů počasí jsou již v současné době patrné na evropské úrovni, přičemž některé regiony jsou obzvláště postiženy. Zejména katastrofické povodně, ke kterým v poslední době došlo v letech 2002 až 2013 ve střední a východní Evropě a v roce 2007 a 2014 v západní Evropě, zvýšily naléhavost lépe zvážit dopady našeho ekonomického rozvoje na schopnost půdy zadržovat vodu a odolnost přírodních ekosystémů.

Nárůst požadavků na potraviny a biomasu v podstatě zvýší tlak na vodní zdroje v důsledku většího zavlažování, které je spojené s častějšími obdobími sucha a může vést k ostřejšímu soupeření o vodní zdroje v některých regionech. A proto tyto extrémní situace musí být identifikovány a analyzovány za účelem získání cenných zkušeností, které mohou být použity ke zlepšení schopnosti se adaptovat na měnící se environmentální faktory.

Jelikož se dnes hovoří o klimatických změnách, je dobré navíc připomenout, že právě půda představuje nejdůležitější vstupní bránu pro vznik podpovrchových

vod ze srážek, ze závlahové vody nebo z vody z tajících sněhů. Půda zároveň vodu rozvádí a z hlediska hydrologické stability plní především funkci retenční a akumulární.

Retence, jako dočasné zadržení vody, je dána tzv. gravitačními póry půdy, těmi nejhrubšími póry, které se po zaplnění vodou zase postupně odvodňují, voda odteče. Oproti tomu akumulace je dána tzv. kapilárními póry. Voda je v nich vázána kapilárními silami.

Jde o nesmírně důležitou hydrologickou veličinu, díky které můžou žít rostliny, i když třeba týden nebo měsíc nezaprší. Na místech, kde není půda, jež by dokázala vláhu přijmout, třeba v pouštích, pak existují tzv. efemerní toky, které okamžitě po dopadu odvádějí srážky pryč.

V pouštích na středozápadě Spojených států amerických zahyne podstatně víc lidí utopením než žízni. Je to právě tím, že když spadne přívalová srážka, tak se na pouštních biotopech bez vyvinuté půdy nevsákne. Pak se žene krajinou a turisté, kteří se nedopatřením pohybují v odtokových drahách zdejších efemerních toků, se utopí. Naproti tomu u nás rostliny ani toky nevysychají, protože půda srážky zadrží, a tak neustále dochází z půdně-litologického prostředí k odtoku (www.ekolist.cz).

9.3 Složitost půdních poměrů v České republice

Jsou poměrně složité, kdybychom se podívali na půdní mapu třeba Ukrajiny, rozhodně by na ní nebylo tolik různobarevných ploch, jako jich je na mapě ČR. Podobně jednotvárné je to jen na některých místech naší republiky, například v rovinách u Kolína jsou na velkém území černozemi. Naopak v našich ostatních oblastech, hlavně pahorkatinách, existuje obrovské množství půdních druhů a půdních typů a subtypů. Rozrůzněnost půdy způsobuje značnou rozrůzněnost toho, co na ní roste, což následně podmiňuje i rozmanitost živočišných společenstev. S tím souvisí i rozdílnost z hlediska využití krajiny. Máme oblasti, které se hodí pro pěstování brambor, zatímco jiné třeba pro pěstování vína. Některé půdy jsou zase hodnotné z přírodovědeckého hlediska, protože se na nich vyskytují vzácné rostliny a živočišné druhy.

10. Závěry z šetření povodňových škod na drobných a významných tocích v letech 2000-2013

10.1 Charakteristika vodních toků

Vzdušné srážky jsou zdrojem kontinentálního koloběhu vody v přírodě. Odtékající srážková voda se soustřeďuje ve vodopisné síti, tvořené přirozenými a umělými vodotečemi, které vodu odvádějí z území. Zemský povrch je rozdělen na jednotlivá základní povodí, tzn. části území, ze kterého se odtékající povrchová voda soustřeďuje v jednom prvku vodopisné sítě.

Čím je území geomorfologicky členitější, tím je více těchto základních povodí na jednotku plochy území a vodopisná síť je hustší. Tvoří ji vodní toky různého řádu s různou velikostí povodí. Kategorizaci vodních toků lze vyjádřit hydrologickými, morfologickými a hydrobiologickými charakteristikami, které zohledňují mimo jiné vývoj podélného profilu koryta a splaveninový režim.

Vývoj toku je ovlivňován už v jeho pramenné části. Jedná se především o bystřiny a podhorské potoky (rybí pásmo lipanové až pstruhové, transport valounů, šterku a písku, místní akumulace písku, brodové až peřejnaté úseky), horské potoky (rybí pásmo pstruhové, transport valounů, šterku a písku, šterkové lavice, valouny až balvany) a bystřiny (rybí pásmo pstruhové, transport splavenin všech velikostí zrna, sedimentace balvanů a valounů, šterkové lavice, dno kamenité až balvanité se šterkovými a písčítými ostrůvky, stupňovitá niveleta dna).

Bystřinné toky jsou specifické především intenzivním transportem velkého množství hrubozrnných splavenin. Zdroj těchto splavenin není v ploše povodí, ale v celé vodopisné síti, která zahrnuje veškeré cesty soustředěného odtoku povrchové vody, tj. úžlabiny, rýhy, příkopy, strže a potoky s občasným, nebo trvalým průtokem.

Intenzita prohlubování a rozšiřování koryta je vlastní bystřinné erozi, která je typická pro horská povodí. Během povodní většinou působí rozsáhlé sesuvy strmých boků úžlabin a úvalů. V tomto erozním schématu tkví hlavní zdroj splavenin, které pak působí průtokové poruchy a znehodnocují pobřežní území bystřiny a přilehlé objekty. Potoční a bystřinná koryta ovšem také poskytují životní prostor pro příslušný okruh rostlin a živočichů předurčenou přírodními podmínkami a spolu s břehovými a doprovodnými porosty plní úlohu migrační kostry pro biotu v území.

Vodní tok je tak složený ekosystém, zahrnující složku vodního prostředí, tzn. koryto, vodní prostor a složku suchozemskou, kterou tvoří doprovodné porosty, popř. navazující niva. Proto musí zahrazovací úpravy brát v úvahu i požadavky ochrany životního prostředí (Jarabáč et Zuna 2004).

10.2 Škody způsobené bystřinami

Bystřinný tok je charakterizován nepravidelným a velkým sklonem dna a svahů povodí, rychle se měnícími průtoky a při povodňových stavech velkým pohybem splavenin. Morfologie horských terénů, časté a vysoké srážky, stav půdního povrchu a jeho krytu, omezená možnost vsakování a často malá retenční kapacita půd působí na množství a rychlost splavovaného materiálu.

Sklonitost terénu podporuje soustředění povrchového odtoku z vysokých srážek. Umožňuje tak zrychlenou vodní erozi, vznik rýh, výmolů, strží, sesuvů svahů a prohlubování a rozšiřování koryta bystřiny. Po opadnutí kulminační povodňové vlny začne docházet k postupnému ukládání splavenin na přilehlých pozemcích nebo v dolních částech toků, zmenšuje se průtočný profil, voda se mnohdy vylévá z koryta.

Předcházení povodňových škod a zmírňování nebezpečí ohrožení obyvatel je základním opatřením. Škody způsobené bystřinami jsou oproti vodním tokům nížin výrazně větší, a to vlivem extrémní eroze, jak v korytě, tak v pobřežním pásu a též následného pohybu a ukládání splavenin jako produktů eroze. Tento odtokový režim je dán značným sklonem území. Podhorským oblastem jsou vlastní vysoké srážky, které současně s malou plochou povodí mají mnohdy katastrofální dopady.

Svahové sesuvy, vznik hlubokých erozních rýh, vymílání bystřinných koryt a sedimentace transportovaných splavenin, jsou příčinami znehodnocování lesních i zemědělských pozemků, ohrožují obydlené lokality, lesní cesty a ostatních komunikace a jiné objekty. Zanášejí se říční koryta, plavební dráhy a akumulární prostory rybníků i velkých vodních děl.

Opatření hrazení bystřin mají za úkol zabránit soustředování povrchového odtoku v povodí především biotechnickými prostředky, mají upravit odtokové poměry v korytech a úvalech bystřin převážně stavebními prostředky a mají stabilizovat koryta prvků vodopisné sítě celého území.

Podstatou těchto opatření, kterým v současnosti při jejich plánování, financování a vlastní realizaci často uniká komplexnost úprav biotechnických a stavebně-technických. Součástí úprav v korytech bystřin a horských potoků je totiž řádná péče o lesní půdu a břehové porosty v bystřinných povodích (Zuna 2004).

Rozpad celistvých hornin na drobnější části způsobuje především srážková voda a její fyzikální jevy nebo mechanicko-chemické působení kořeny rostlin na zvětrávání hornin jsou méně významné. K rozměňování zvětralin dochází jejich posunem a obrušováním. Zvětrávání závisí na zrnitosti a geologickém původu hornin, prvotně uložené hrubé zvětralině zůstávají nedaleko místa svého vzniku a mohou být uvolněny a transportovány dále jen při vysokých srážkách. Zdrojem splavenin za povodní se však stávají především splaveniny již dříve přesunuté a uložené v korytě a v akumulacích podél koryta bystřiny. Splaveninový materiál se z nich uvolňuje povrchovým smyvem, podemláním svahů strží, vymíláním koryt, plošnými sesuvy.

Bystřiny mají proměnlivý podélný sklon dna, v prameništi je sklon nejvyšší, kde dosahuje až desítek %, sklon postupně klesá a ve výústní trati je nejmenší. To má hlavní vliv na uvolňování a odnos splavenin z pramenního úseku, který tvoří sběrnou oblast bystřiny. Jedná se o erozní úsek, kde je vysoká unášecí schopnost vody. V transportním úseku bystřiny je vodní proud splaveninami nasycen a další nepřibírá.

V akumulačním úseku bystřiny, kde se podélný sklon zmenšuje a rychlost a unášecí síla se snižuje, dochází k ukládání nesených splaveninových částí. Zde voda za povodně často vybřežuje z koryta a rozlévá se po dříve uložených splaveninách (šterkovištích) a vytváří nánosový (dejekční) kužel. Tento útvar je charakteristický hlavně pro bystřinné toky. V profilu vyústění může bystřina po opakovaných povodních koryto recipientu zanášet a vychylovat jej z původního směru.

Ohrožení bystřinných koryt a povodí je častější než ohrožení území při potocích nížin a pahorkatin a při řekách. Následky povodňových škod se projevují nejen znehodnocením úrodných pozemků, ale i škodami na liniových stavbách v úzkých údolích a na pozemních stavbách, a často ohrožují lidské životy. V českých zemích je asi 20 tis. km bystřin. Dosud byla upravena menší část, většinou dílčími úpravami nebo úpravami pomístními.

Mezi nejvýznamnější oblasti hrazení bystřin patří povodí Horního Labe a Horní Úpy, Krušné hory, Beskydy, přítoky Berounky a Vltavy, známé jsou zahrazovací práce ve stržích na Rakovnicku a Podbořansku.

10.3 Úpravy a opatření na tocích

Při navrhování objektů a konstrukcí hrazení bystřin je proto potřeba vycházet z charakteru toku daného přírodními podmínkami.

Základem zahrazovacích úprav jsou opatření v korytě, vedoucí ke zvětšení jeho průtočné kapacity, ke zvýšení jeho stability a k usměrnění chodu hrubozrnných splavenin. Mezi nejčastěji používané stavební úpravy patří budování stabilních koryt ve velkém podélném sklonu, zřizování stupňů o spádu 0,3 až 3,0 m a stavby konsolidačních a retenčních přehrázek o spádu 1,0 až 5,0 m.

Při této činnosti se používá konstrukčních prvků nejčastěji z kamene nebo betonu, konstrukcí vegetačních, s využitím stabilizační funkce dřevin, a konstrukcí kombinovaných. Funkční spolehlivost a životnost zahrazovacích úprav záleží na míře vystižení potenciálního namáhání bystřinného koryta za průtoku velkých vod a splaveninového režimu a na míře tlumení kinetické energie vodního paprsku. Jak při navrhování a realizaci zahrazovacích úprav nových, tak při opravách dožívajících či poškozených úprav původních. Je třeba užívat nové metody a konstrukce, vhodnější z hlediska funkčních účinků, stability a životnosti konstrukcí a jejich vlivu v oblasti biosféry. Je proto aktuální hledat a uplatňovat nové přístupy k řešení zahrazovacích úprav s uplatněním nových teoretických poznatků (Herynek 2000).

S ohledem na extrémní poměry sklonu území, na zvláštnosti splaveninového režimu, hydrologie malých horských povodí, s přihlédnutím ke specifice hydraulických poměrů koryta malých rozměrů a také vzhledem k velkému podílu biologických opatření je nezbytný i zvláštní technicko-biologický přístup k řešení zahrazovacích úprav bystřin. To se týká především návrhu trasy úpravy koryta, podélného a příčného profilu upraveného koryta, příčných spádových objektů a vegetačních úprav.

Na rozdíl od klasických zahrazovacích metod, založených pouze na zvyšování odolnosti koryta jeho opevněním a na regulaci transportu splavenin sedimentací

v určených prostorech, je třeba více využívat k ochraně koryt a objektů principu tlumení energie vodního proudu vysokou drsností koryta a objektů, omezování bystřinné eroze v povodí a aktivní regulace splaveninového režimu. Základní metodou zahrazovacích úprav je snížení podélného sklonu dna, tím se sníží rychlost a energie proudící vody a opevnění koryta buď není vůbec nutné, nebo lze vystačit s jednodušší, méně rozsáhlou a levnější stabilizací dna a břehů koryta.

Nejčastěji užívanými typy příčných spádových objektů jsou prahy s výškovým spádem do 0,3 m, stupně s výškou obvykle do 2,0 m a skluzy. U řady staveb hrazení bystřin byly v minulosti zřízeny spádové objekty, jejichž tlumicí účinek je velmi malý nebo se neprojevuje vůbec. Jedná se zejména o stupně, jejichž podjezí je stabilizováno kamennou dlažbou nebo podlahou z kulatiny s podélným umístěním jednotlivých výřezů. Tím se dosáhne pouze stabilizace podjezí, nikoliv snížení energetické úrovně proudění. Pokud v takovém případě není podjezí při průtoku velké vody zatopeno dolní vodou o dostatečné hloubce dochází velmi často k poškození koryta pod stupněm.

10.4 Škody způsobené významnými vodními toky

Významné vodní toky tvoří pátevní kostru toků v daném území, jsou charakteristické tím, že u nich dochází ke zpomalení proudění vody v důsledku zvětšení průtočného profilu koryta. Zároveň dochází k výraznému snížení podélného sklonu. Na území České republiky dochází k rozlivu vody mimo koryta vodních toků, při povodňových situacích na celkové ploše cca 2500 km². Přibližně polovina této rozlohy je chráněna protipovodňovými objekty. Povodně jsou přirozenou součástí koloběhu vody v krajině. Vedle meteorologických, geologických a geomorfologických jevů je pro povodňové situace druhým hlavním určujícím faktorem vliv člověka. Ten je velmi výrazně ovlivňuje svými hospodářsko-technickými zásahy, tj. způsobem užívání, obhospodařováním půdy (agrotechnikou), volbou a polohovým rozmístěním zemědělských kultur. Rovněž velký vliv na způsobené povodňové škody, má výstavba velkých logistických center, dopravních a průmyslových staveb. Všechny tyto aspekty přispívají k rychlému odtoku vody a následné erozi.

V důsledku globálního oteplování se za posledních 20 let změnil ráz počasí, zejména lokální srážkové úhrny způsobují, že kapacita koryt je pro takovéto kulminační průtoky mnohdy nedostačující. Dochází k vyběžení vody a následným povodňovým

škodám a mnohdy i ztrátám na lidských životech. Protipovodňová ochrana by měla tyto situace eliminovat, nebo alespoň minimalizovat škody.

Praktický pohled

Cílem je za vysokých vodních stavů vodu akumulovat ve vodních nádržích. Mimo lidská sídla nechat vodu rozlít v nezastavěných údolních nivách a naopak v oblastech lidské zástavby vodu z území co nejrychleji odvést. K tomu je potřeba vhodných opatření. Podle mého názoru je zapotřebí zvýšit přirozenou retenci a akumulaci vody povodí, technickou protipovodňovou ochranu a důmyslnou prevenci před povodněmi. Zvýšení přirozené retence povodí je možné dosáhnout přírodě blízkými opatřeními, spočívajícími v revitalizaci vodních toků, protierozních úpravách, biotechnických a agrotechnických změnách a postupech a ve zvyšování retence vody v povodích v rámci komplexních pozemkových úprav. Ochrana před povodněmi technickými prvky musí být zaměřena výhradně na zastavěná území. Tím může být například zvýšení kapacity koryta, zvětšení kapacity protipovodňových objektů na tocích. Myslím si, že by mělo být vytvořeno dostatečné množství velkých retenčních prostorů. Mám na mysli například suché vodní nádrže nebo území určená k rozlivu. Pro efektivní ochranu před povodněmi je třeba najít vhodnou kombinaci všech opatření, která zvyšují přirozenou retenci a opatření technického charakteru.

Před rokem 1997 byla protipovodňová ochrana zanedbávána. Až po mohutných povodních, po tomto roce začala být věnována maximální pozornost posílení prevence realizací efektivních protipovodňových opatření, ke snížení škod a rizik na majetku obyvatelstva, firem a veřejného i státního majetku. Výše škod a ztráty na životech jsou patrné z údajů v následující subkapitole.

10.5 Zásadní povodně v České republice z nedávné doby

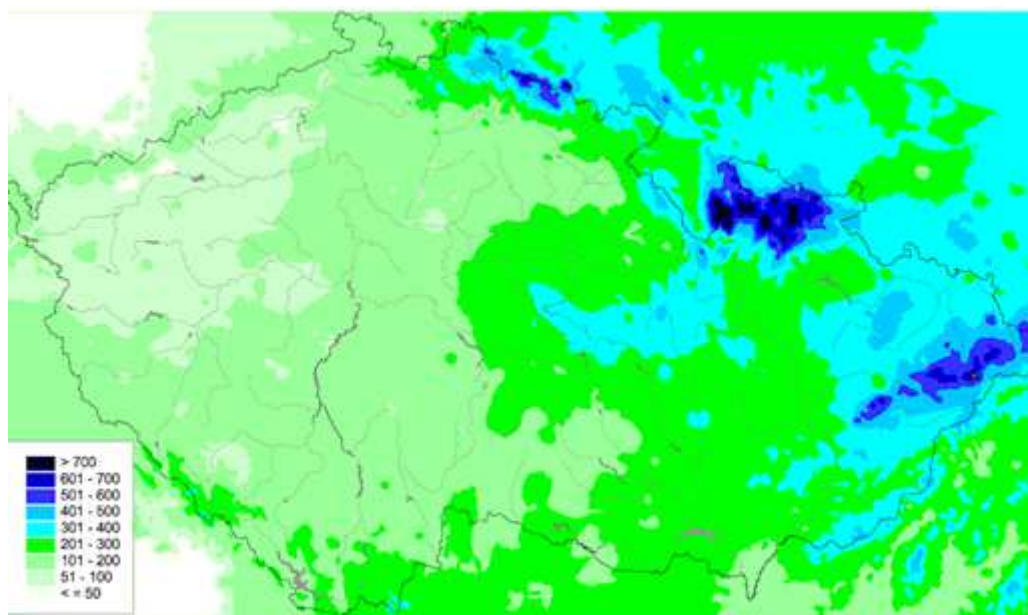
Povodně v ČR, červen 1997

V zásadě první velké zamyšlení nad významným ekonomickým, společenským a politickým problémem od roku 1997. Tyto povodně vnesly do společnosti obrovský respekt k těmto událostem. Absence veškerých informací a ostatních aspektů k ochraně občanů a majetku způsobily tuto katastrofu.

Tato ničivá povodeň byla způsobena následkem vydatných dešťových srážek, které neustávaly. Během několika kritických dnů spadlo na některých místech povodí Odry a Moravy více než polovina ročního úhrnu srážek.

Obě řeky i jejich přítoky se rozvodnily na zhruba stopadesátileté až pětisetleté vody. Hydrologické důvody k rozvodnění jsou zjevné z následujícího obr. 3.

Obr. 3: Měsíční úhrn srážek v měsíci červenci 1997 (mm)



Zdroj: ČHMÚ

- oběti na životech – 60 lidí
- zasažena především Morava
- celkové škody 62,6 mld. Kč
- 22 % škod na majetku státu, 10 % na majetku obcí, 55 % na majetku podnikatelských subjektů, 13 % škod na majetku občanů.
- 30 % škod pokryto výdaji ze státního rozpočtu
- **pouze 15 % škody kryto pojištěním!!!**

Povodně v ČR – srpen 2002

Druhá velmi zásadní přírodní katastrofa, která zasáhla Českou republiku a hlavně Prahu. Příčinou těchto povodní byly nadprůměrné srážky, které v první vlně nasýtily půdu, a v druhé fázi již postrádala jakoukoli retenční schopnost. Tímto vlivem se voda valila po povrchu povodí. Velkou roli v této druhé vlně měli i nádrže, jejichž kapacita byla nasycena první vlnou. Mám tím na mysli VD Vltavské kaskády.

- postiženo $\frac{3}{4}$ všech krajů, nejvíce Praha (27 mld. Kč)
- celkové škody 69-75 mld. Kč
- 49 % škod pokryto komerčním pojištěním
- 16,2 mld. Kč vyčleněno ze státního rozpočtu na řešení povodňových škod
- oběti na životech – 17 lidí
- nejvyšší průtok na Vltavě v Praze $5\,300\text{ m}^3/\text{s}^{-1}$.

Povodně v ČR – březen 2006

Postiženy byly v České republice hlavně povodí Dyje, Labe, Moravy a Lužnice. Nejvíce byl zasažen Jihočeský kraj. Tato povodeň je ryze jarní povodní, ovlivněnou trojkombinací nejzásadnějších přirozených jevů přírody, které velmi negativně působí na povodňové události. Jsou to vydatný déšť, velké oteplení a následné mohutné odtávání sněhové pokrývky.

- bylo zasaženo 7 krajů
- oběti na životech – 9 lidí
- celkové škody 6,2 mld. Kč
- 178 obcí zasaženo jen v Jižních Čechách
- průtoky dosahovaly na některých místech padesáti až stoleté vody.

Povodně v ČR – červen 2009

Další v pořadí třetí zásadní katastrofa na území ČR, která na základě přívalových srážek způsobila rozsáhlé povodňové škody. Byly zasaženy hlavně tyto kraje, Moravskoslezský, Olomoucký, Zlínský a Jihočeský.

- lokální (bleskové) povodně – poprvé nabyly makroekonomický charakter
- postiženy všechny kraje kromě Prahy, škody za 8,4 mld. Kč
- přes 46 % škod bylo na dopravní infrastruktuře
- oběti na životech – 13 lidí.

Povodně v ČR – květen a srpen 2010

Květnová povodeň nebyla na rozdíl od té srpnové tak ničivá, ale byla také způsobená prudkými srážkami, které spadly u Novohradských hor a velmi výrazně nasýtily toky, které při druhé vlně postrádali potřebnou kapacitu. Třetí vlna prudkých

přívalových srážek přichází na začátku srpna nad území Liberecka a tam způsobuje bleskovou povodeň. Povodeň nejvíce zasahuje obce Frýdlant, Raspenava, Heřmanov, Chrastava, Hrádek nad Nisou atd.

- nejvíce postižen Liberecký a Ústecký kraj
- škody za 15 mld.
- největší škody opět na dopravní infrastruktuře (3,18 mld. Kč)
- oběti na životech – 6 lidí
- zatopeno bylo 79 obcí Liberecka
- celkový úhrn srážek byl 250 mm/48 hodin.

Povodně v ČR – květen a červen 2013

Koncem května a v průběhu června zasáhly naše území v několika vlnách vydatné deště, které se významně podílely na průběhu povodní. Bohaté srážky způsobili nejen lokální povodně, ale též regionální. Zasaženo bylo povodí takřka celé Vltavy a z velké části i Labe. Zasaženo bylo skoro celé území Čech a část Moravy.

- srážková intenzita dosahovala až 100mm/ 24 hodin
- nejvíce postižen Severočeský kraj
- oběti na životech – 15 lidí (z toho bylo 5 vodáků)
- postiženo bylo 970 obcí
- škody na majetku 15,4 mld. Kč.

Tab. 1: Vyčíslená výše škod v krajích ČR

	1997	1998	2000	2002	2006	2009	2010
Praha	0	0	0	26914,4	65,4	0	0
Jihočeský	17,4	0	0	15152,5	752,4	787,8	0
Jihomoravský	656,3	0	0	475,7	1077,6	15,7	317
Karlovarský	0	0	0	77	0	0	0
Kraj Vysočina	182,3	0	0	187	125,7	41,6	0
Královéhradecký	492,3	1880	1577,4	0	0,2	31,5	0
Liberecký	30,1	0	537,4	5	0	9,4	8212,5
Moravskoslezský	12188,5	0	0	0	0	3152,3	4145
Olomoucký	6169,2	0	0	0	861,6	3670	1
Pardubický	850	0	68,9	0	0,4	1,2	0
Plzeňský	0	0	0	3851,3	0	6,1	0
Středočeský	1,7	0	872	14283	1200	28,8	0
Ústecký	0	0	0	11295,2	904,8	574,2	1925,7
Zlínský	4902,6	0	0	0	1212	115,5	411,8
Celkem	25490,4	1880	3055,7	72241,1	6200,1	8434,1	15013

Zdroj: ČSÚ

Tab. 2: Výše povodňových škod na 1 obyvatele

	Výše povodňových škod na 1 obyvatele (v Kč)				
	1997	2002	2006	2009	2010
Praha	0	23163,4	55	0	0
Jihočeský	27,8	24240,2	1194,3	1235,5	0
Jihomoravský	572,7	421,4	951,5	13,6	274,5
Karlovarský	0	253,1	0	0	0
Kraj Vysočina	353,7	361	245,7	80,8	0
Královéhradecký	890,3	0	0,4	56,8	0
Liberecký	70,2	11,7	0	21,4	18667,2
Moravskoslezský	9511,7	0	0	2527,2	3334,1
Olomoucký	9513,6	0	1346,5	5716,1	1,6
Pardubický	1667,9	0	0,8	2,3	0
Plzeňský	0	7010	0	10,7	0
Středočeský	1,5	12654,7	1021,1	23,1	0
Ústecký	0	13779,5	1099	686,7	2303,3
Zlínský	8178	0	2054,8	195,4	697,5

Zdroj: ČSÚ

11. Rozbor příčin vzniku povodňových škod

11.1 Obecné příčiny

Většina povodní v České republice je způsobena atmosférickými srážkami. V zimním období je značnou měrou ovlivňuje i oteplení a následné tání sněhové pokrývky, zvláště je-li provázáno srážkami. Povodeň může být též vyvolána výskytem ledových jevů v tocích. Povodňové situace lokálního významu mohou být také způsobeny například nevhodnou úpravou či přehrazením toku, nebo sesuvem půdy. Na rozsah povodní mají hlavní vliv tyto činitele:

- fyzicko-geografické, tj. velikost a tvar povodí, spádové poměry, hustota říční sítě a její uspořádání, existence přirozených či umělých vodních nádrží, jako retenční prostory
- meteorologicko-klimatologické, tzn. množství atmosférických srážek, jejich plošné i časové rozdělení, s nimiž souvisí i retenční schopnost území. Ta do značné míry ovlivňuje vývoje teplot, výpar a také rozsah a růstové fáze vegetačního pokryvu půdy.
- jako nejdůležitější považují působení člověka a jeho zásahy do půdních a vegetačních poměrů, urbanizace krajiny a s tím související morfologii vodních toků.

Všechny tyto vlivy dávají každému vodnímu toku vlastní hydrologický charakter. Nejzásadnějším znakem je rozdělení vodnosti v čase, který je odvislý od průběhu srážkové činnosti. Pokud bych se měl zmínit o řece Ohři, pro ni je typický zimní režim povodní. Ten je způsoben frontálním prouděním větru z Krušných hor. Letní povodně se na Ohři téměř nevyskytují. K usměrnění povodňových vln výrazným způsobem přispívají vodní díla na jeho horním toku. Jedná se zejména o VD Skalka, VD Jesenice, VD Nechranice.

Průtoky jsou charakterizovány:

- hodnotou Q_a – průměrný dlouhodobý průtok
- hodnotou Q_{100} – extrémně vysoké průtoky při povodni, dosažené, nebo překročené jednou za 100 let

- hodnotou Q_{355} – extrémně nízké průtoky v období sucha.

Poměr hodnot Q_{100}/Q_a udávají větší nebezpečí náhlých povodní například déle trvající deště nebo bleskové, přívalové, nebo lokální srážky. Tyto povodňové situace, ale stejně tak i sucho, představují největší hrozby přírodních katastrof v ČR. Důvod je poloha naší republiky v celosvětovém i kontinentálním měřítku. Přes naše území prochází hranice povodí tří významných řek, Labe, Odry a Dunaje. Setkávají se na vrcholu Klepý, v masivu Kralického Sněžníku. Z toho plyne, že hlavním zdrojem vody jsou atmosférické srážky ovlivňující charakter přírodního prostředí, ale i řadu oblastí lidské činnosti.

Pokud chceme efektivně a ekonomicky ochránit krajinu a obyvatelstvo před povodněmi je nutné znát rozsah a možnou četnost výskytu povodňových situací i suchých období. Tyto informace jsou jedním z nejdůležitějších podkladů pro návrh protipovodňových opatření, či minimalizaci škod způsobených velkou vodou. Mám tím na mysli odhad dopadů povodní matematickým modelováním na všechny složky životního prostředí. Prognóza a hodnocení výskytu nebezpečí povodní, včetně možných škod je jedním z hlavních úkolů koncepce povodňové ochrany. Povodně jsou sice přírodním jevem, kterému nelze zabránit, ale domnívám se, že pokud by člověk omezil určité své činnosti a aktivity, docházelo by k zmírnění jejich následků. Mám tím na mysli např. zastavování záplavových a rozlivových území, snižování přirozené retenční schopnosti půdy, zejména rozsáhlou zástavbou „na zelené louce“. V celosvětovém měřítku působí člověk i na změnu klimatu např. kácením deštných pralesů. Tato skutečnost rovněž zvyšuje pravděpodobnost výskytu povodní. „Velká voda“ může způsobit ztráty na lidských životech škody na životním prostředí, na infrastrukturu, omezit hospodářskou činnost a vyvolat další negativní jevy s negativními dopady na lidskou psychiku. Je proto nutné se vší vážností přistoupit k realizaci takových opatření, která by povodňová rizika zmírnila a odvrátila možné škody. Proto se i evropské státy dohodly na vytvoření map povodňových rizik a povodňového nebezpečí, které obsahují souhrnné ukazatele zaplavení:

- počet objektů (budov) celkem
- objektů ležících v záplavě Q_{100}
- počet bytových jednotek v obci

- bytové jednotky ležící v zaplavených objektech
- počet ohrožených obyvatel v nedostatečně chráněné obci.

Pro účely plánování protipovodňových opatření se vymezují tzv. útvary tekoucích vod. To jsou určitá dílčí povodí, jejichž osou je páteří tok. Byly vymezeny pro účely hodnocení nynějšího stavu s návrhem opatření.

Lesní hospodářství má možnost přispět k účinnější protipovodňové ochraně následujícími způsoby:

- používat jen takové hospodářské způsoby a technologie, které zachovají příznivé hydrologické účinky lesů
- z obnovních postupů volit přednostně ty, jež zajistí stálou ochranu půdního povrchu
- zamezit zhoršení infiltračních schopností půdy a tvorbu erozních rýh jako primární sítě, soustředěného odtoku a stávající rýhy účelně sanovat
- obnovovat porosty stanovištně vhodnými dřevinami, které zajišťují vysokou stabilitu a trvalost lesního ekosystému
- při výchovných zásazích podporovat zejména rezistenci porostů proti poškozování abiotickými a biotickými činiteli (smíšení dřevin, zpevňující prvky), aby nedošlo k jejich rozvrácení a tak k narušení jejich pozitivního vlivu na hydrologický režim
- z hlediska zpřístupnění porostů dbát o správné vedení cest a technologických linií a zajistit bezpečné odvádění kumulované srážkové vody z těchto podélných objektů.

11.2 Péče o vodní toky a jejich povodí

Při obhospodařování povodí:

- důsledně respektovat dlouhodobě známé zásady protierozní ochrany při všech hospodářských a ostatních činnostech
- trvale dodržovat běžné zásady „pořádku“ v povodích a velmi uvážlivě volit způsoby pěstování lesa, plodin a hledat vhodné lokality pro ukládání hmot, různých materiálů včetně způsobů jejich skladování.

Při zpřístupňování povodí:

- systematicky a trvale pečovat o funkční stav všech přístupových prvků, zařízení a objektů, zejména pak o podélná a příčná odvodňovací zařízení a objekty na nich.

Při melioračních opatřeních na vodní síti:

- při všech melioračních zásazích velmi obezřetně zvažovat rozsah i intenzitu se zřetelem k následnému přímému i nepřímému ovlivňování srážkových odtoků při povodňových stavech
- udržovat trvale průtočnost všech prvků a zařízení trvalé i dočasné vodní sítě včetně všech typů objektů a úprav
- zaměřit pozornost na důsledné využití všech retenčních kapacit povodí, mimo jiné také obnovou, rekonstrukcemi i případným budováním malých vodních nádrží jako primární zachytnou síť všech erozních produktů i plošné možnosti retardace místních povodňových průtoků
- zvrátit neprodleně dlouhodobou absenci systematické péče o všechny komponenty krajinné zeleně, zvláště pak o břehové a doprovodné porosty.

Zkušenosti z povodní let 1997 až 2013 prokázaly, že právě výrazná snížení podílů trvalých travních porostů v povodích drobných a bystřinných toků a nefunkční stav břehových a doprovodných porostů přispěly kromě jiných faktorů ke zhoršení odtokových poměrů. Prohřešky proti známým zásadám zakládání, ošetřování, ochrany, pěstování, výchovy a těžby břehových porostů totiž vyvolaly řadu problémů a škod na níže položených úsecích toků a na jejich objektech a zařízení.

Mezi nejdůležitější faktory ovlivňující rozsah povodní, vznik a trvání krizových stavů a velikost povodňových škod patří Typový plán „Povodně velkého rozsahu“ řadí:

- dlouhotrvající vodní srážky, přívalové deště, v zimě prudká obleva s deštěm vyvolávající tání sněhu a chod ledu
- kapacita a stav koryta vodního toku

- odolnost a dostatečná výška ochranných hrází podél vodního toku proti vzduté a proudící vodě a odolnost proti přelití hrází vodních děl
- vliv retenční schopnosti vodních děl (nádrží, rybníků, poldrů) a dalších technických opatření (jezů, ochranných hrází podél vodních toků atd.)
- vliv retenční schopnosti krajiny
- zástavba a využívání záplavového území
- včasná informovanost o povodňovém nebezpečí
- operativní řízení vodohospodářských procesů v době povodní
- opatření k ochraně před povodněmi (Rektořík 2005).

Konečná výše povodňových škod je ovlivňována řadou faktorů, z nichž nejdůležitější jsou zejména:

- průběh povodně
- včasná informovanost o povodňovém nebezpečí (předpovědní a hlásná povodňová služba)
- operativní řízení vodohospodářských procesů v době trvání povodně
- připravenost a úroveň prováděných opatření na ochranu před povodněmi
- kapacita a stav vodních toků
- způsob zástavby a využívání záplavového území
- schopnost krajiny zadržovat vodu aj.

Mezi tyto faktory patří i celková dobrá připravenost občanů a jejich informovanost o všech hrozících nebezpečích a postupech, jak minimalizovat rizika (někdy označováno pojmem „civilní obrana“). Podle mezinárodních zkušeností je možné dokonalou organizací opatření k ochraně zdraví a životů občanů a prevencí majetkových škod snížit celkový objem škod až o jednu třetinu. V rámci každého uvedeného faktoru je možné uvažovat určitou míru antropogenního vlivu na tento faktor (Čamrová 2006).

Hlavní a naprosto zásadní příčinou vzniku povodňových škod je fakt, že lidské aktivity od zemědělství v úrodných údolních nivách počínaje, přes dopravní trasy, lidská obydlí a střediska výroby a obchodu se v krajině dostávají do střetu s přirozenými cestami vody. A právě soustavný nárůst všech těchto lidských aktivit

je hlavní příčinou hrozivých rozměrů a zvětšování škod při velkých povodních, nikoliv zvětšování povodní samotných (Rektořík 2007).

I přes tuto péči se však nelze zcela vyhnout nebezpečí povodňových situací, a proto je také důležité zajistit podmínky pro co možná nejbezpečnější odvedení povodňové vlny korytem toku.

Lze tedy s plnou odpovědností tvrdit, že povodňovým situacím nejrůznějšího typu i průběhu nejsme schopni zcela zabránit. Jsme ale schopni a povinni využít všech dostupných možností k zábraně nebo alespoň k omezení jejich ničivých důsledků. Jediná cesta k tomuto žádoucímu stavu je systematická a trvalá prevence využíváním všech dosavadních zkušeností, osvědčených lesnicko-technických přístupů a metod. Předpokládá to odpovědný a racionální přístup nejen státních orgánů a všech odborných subjektů, ale i pochopení a spoluúčast širší veřejnosti. Jedině za těchto podmínek můžeme zlepšit současný stav péče a ochrany našeho přírodního prostředí a jeho jednotlivých složek, zejména při výjimečných povodňových stavech (Jarabáč et Zuna 2004).

12. Význam a přehled biotechnických úprav vodních toků

12.1 Význam biotechnických úprav

Velký důraz by měl být kladen na přírodě blízká řešení úprav vodních toků a tím biotechnické opatření bezesporu splňují. Cílem by měla být co nejvhodněji vybraná specifika, která by zajistila zachování vhodného materiálu, migračního prostupu i za minimálního průtoku korytem toků. Nedílnou součástí projektů by mělo být zachování krajinného rázu, na který se v minulosti dosti často zapomínalo. Dále odkaz na zákon č. 254/2001 Sb. (vodní zákon), který například v § 63 požaduje systematickou prevenci **zvyšováním retenčních schopností** povodí a dále například doporučuje vymežit v povodích pozemky určené k rozlivům. Tyto plochy by se cíleně měly v plné míře využívat k řízenému rozlivu, který by měl zabezpečit částečnou ochranu při bleskových povodních. Na základě místních šetření by tyto lokality měly být k tomuto upravovány. Tímto způsobem jsme schopni ve velké míře přispět nejen k přirozené retenční schopnosti krajiny, ale též přispět k efektivnímu a ekonomickému řešení povodňových událostí. Udržování těchto lokalit bude nejen obrovským potenciálem pro přírodu a její biotu, ale také velmi elegantním řešením z hlediska krajinného rázu, na který se v dnešní společnosti dosti často zapomíná.

12.2 Hrazení bystřin v návaznosti na biologická opatření

Cílem hrazení bystřin je úprava či obnova přirozeného vodního biotopu toku v celém rozsahu průtoků. Mělo by jít o komplexní opatření úprav odtokových poměrů v povodí biotechnickými prostředky a následně úprav v korytech a stržích převážně stavebně technickými prostředky. Důraz je kladen na přírodě blízká řešení (cílená volba opevnění, volba materiálu, migrační propustnost toku, vegetační doprovody, krajinný ráz apod.) Vzhledem k velkým sklonům povodí a vlastního toku je třeba řešit splaveninový režim a protipovodňovou ochranu území. Důsledně je třeba rozlišovat rozdílné cíle úprav v intravilánu a extravilánu (Křovák et al. 2014).

Mezi zásadní úkoly hrazení bystřin a strží je v podstatě systematicky zkombinovat lesotechnická opatření, která budou postupně a účelně upravovat charakter odtoků z povodí. Hlavním cílem těchto opatření by mělo být zvyšování přirozeného vsaku

dešťových vod a retardace odtoku. Tyto cíle by měly mít co nejmenší podíl na nežádoucí vodní erozi, která je jedním z velkých problémů bystřinných toků.

Vzorec 2: Index bystřinnosti K_b .

Index bystřinnosti K_b

$$K_b = \frac{H_i \cdot O \cdot V_i \cdot P \cdot E \cdot (F+1)^{0,2}}{L \cdot (F_v+1)^{0,2}}$$

kde
 H_i ... hustota hydrografické sítě (km^{-1})
 O ... délka rozvodnice
 V_i ... střední výškový rozdíl povodí (km)
 P ... součinitel závislý na propustnosti půd (0,5 ; 0,9)
 E ... součinitel vyjadřující rozsah eroze (0,0 ; 0,6)
 F ... plocha povodí (km^2)
 L ... délka hlavního toku (km)
 F_v ... plocha protierozně účinného vegetač. krytu (tj. plocha lesů a trvalých travních porostů) (km^2)

Bystřina $\longrightarrow K_b \geq 0,1$

Zdroj: Křovák.

Hrazení bystřin je dominantní v povodí s malou plošnou výměrou vyznačujících se velkým podélným sklonem dna, značnou rozkolísaností vodních stavů a průtoků a zvláště výraznou vymílací činností provázenou tvorbou, unášením a ukládáním splavenin.

Splaveninový režim bystřin je ovlivněn nepravidelným průběhem nivelety koryta, kdy se střídají úseky se silnou erozí. Proudění vody v korytě je v neustáleném režimu, při kterém je průtok a rychlost vodního proudu velmi proměnlivá.

Metody hrazení bystřin, zaměřené na ochranu území jak před povodněmi, tak před důsledky masivního transportu splavenin, mají v naší zemi dlouholetou tradici, neboť vycházejí z této činnosti v alpských oblastech bývalého Rakouska-Uherska. Během více než stoleté historie oboru se ustálily prakticky ověřené metody, způsoby a konstrukce, které jsou nejefektivnější ze stavebních, provozních a ekonomických hledisek.

Lesy České republiky, s. p. má v současné době ve správě přes 38 tis. km bystřin a vodních toků a 820 malých vodních nádrží. Ročně se vydává na úpravy hrazení bystřin a návazných meliorací v průměru 450 mil. Kč (www.lesy.cz).

Správy toků plní při hrazení bystřin řadu dílčích úkolů, jež tvoří vzájemně se podmiňující komplex. Je proto nutno je řešit ve vzájemných vazbách

(např. průtočný průřez, způsob zpevnění a podélný sklon), vypracovávat více variant řešení a to i s ohledem na ochranu přírody.

Některé chyby při úpravách bystřin z hlediska ochrany přírody se nyní napravují v rámci Programu MŽP ČR „Revitalizace vodních toků“. Zejména jde o zprůchodnění koryta pro vodní faunu a tvorbu prostředí pro její migrace a život ve vodních tocích. Migrační prostupy nazýváme rybími přechody, které bývají velkým problémem při projektování a realizaci příčných a spádových objektů na tocích. V poslední době jsou častým zájmem ochrany přírody a ekologické stability. Je nesporné, že požadavek na zachování přirozené migrační spojitosti koryta je oprávněný a že je třeba hledat zahrazovací metody a konstrukce, které to umožní. Migrační prostupnost spádových objektů je zejména při hrazení bystřin značně ztížena vysokou energetickou úrovní vodního proudění a intenzitou splavenin od písku po valouny. To vše ovlivňuje jak konstrukční návrhová řešení, tak i finanční náročnost úprav. Většina těchto staveb po jejich realizaci postrádá velmi podstatnou následnou údržbu objektu. Proto je provozní náročnost a rozsah následných udržovacích prací důležitá pro efektivní splnění požadavků migrační bariéry.

Řešení tohoto úkolu však vyžaduje více, než jen změnu metod a úprav konstrukcí objektů. Je nutno především pro upravovaný vodní tok zaznamenat a vyhodnotit přirozené podmínky a migrační spojitosti. Mám tím na mysli průtokové poměry, výskyt, umístění a rozměry přirozených přehrážek v toku a jejich charakter. Také velmi důležitým úkolem je vymezit okruh bioty vázané na danou lokalitu, pomocí ichtyologického, popř. také hydrobiologického průzkumu, v přirozených úsecích řešeného vodního toku. V přirozených potočných a bystřinných korytech se podle geologických a orografických podmínek může vyskytovat řada přirozených migračních barier, které rozdělují tok na řadu migračně nespojitých úseků. I na toto je třeba myslet při návrzích úseků, kde je zachycování migrační spojitosti nezbytné i po realizaci zahrazení. Při takovém hodnocení musí spolupracovat správce vodního toku, orgány ochrany přírody a zpracovatel dokumentace, kteří se musí dohodnout na způsobu řešení.

Konstrukce migračně prostupných objektů by měla být jednoduchá a současně nesmí narušit stabilitu objektu. Každý takový objekt je třeba důsledně hydrotechnicky

posoudit, aby se ověřila jeho hydraulická účinnost a vlastní stabilita. Vhodné je řešit migrační prostupnost buď volbou vhodného typu objektu, nebo jednoduchou úpravou stávající konstrukce.

Z obrázku č. 4 je patrný způsob řešení migračního prostupu pro lososovité ryby na vodním toku Pramenský potok, nedaleko obce Prameny. Tento projekt byl realizován pro Povodí Ohře, s. p. Tento projekt je příkladem jednoduché úpravy stávající konstrukce.

Obr. 4: VT Pramenský potok – výstavba rybního přechodu (říční km 4,23).



Zdroj: Foto autora.

Používání dostatečných prvků, např. odtokových kanálů a žlabů je možné jen někdy a je technicky náročné a značně nákladné.

Horské potoky a bystřiny mají širokou škálu řešení migračního prostupu, mnohdy i ekonomicky nenáročná. Z mé zkušenosti jsem přesvědčen o tom, že použitím

skluzů s vysokou drsností a přehrážek do max. výšky 0,3 m, popř. stupňů se středovým průtočným otvorem ve dně koryta, je v podstatě velmi efektivní a ekonomicky nenáročné řešení, ale účinné za předpokladu řádné údržby.

Kromě příčných spádových objektů mohou migrační spojitost výrazně omezit propustky a mostky. Průtočné profily těchto objektů jsou obvykle uzpůsobeny tak, že při normálních průtocích je hloubka vody na rozšířeném dně zcela nedostatečná a za vysokých průtoků je vlivem vzduť vody nad objektem rychlost proudění zcela extrémní. Potlačit tento bariérový efekt lze především zvýšením drsnosti dna mostního profilu nebo mírným vzduť vody pod objektem tak, aby za normálních průtoků byl profil pro biotu průchodný.

Po zkušenostech z povodní let 1997 a 2002 začaly správy toků prosazovat při úpravách v povodích bystřin nové prvky v návaznosti na biologická opatření. Je to zejména vyšší využití břehových porostů k ochraně břehů bystřin před erozním účinkem velkých vod. Velký důraz je kladen na zátopová území při tlumení povodňových průtoků, umělé zdrsnění dna bystřin i snaha o maximální možné zachování přirozených tras toku. Tím bych zmínil dřívější trend napřimování toku, oproti zachování přirozeného meandrujícího toku.

Vodní hospodářství se zabývá správou povrchových a podzemních vod, nakládání s nimi za účelem jejich využití, ochrannou vod a vodních ekosystémů a zmírňování účinků vod z extrémních hydrologických situací vhodnými opatřeními.

Pokud jsou zásahy do krajiny prováděny nekonceptně a hlavně bez respektu k přírodě a jejím zákonitostem, následky se dříve nebo později dostaví. Při činnostech hrazení bystřin a úprav toků by měly být respektovány zájmy ochrany při navrhování a realizaci stavebních opatření, ovšem v mezích reálných možností a ne na úkor ochrany zdraví lidí či majetku. Toto je problém, se kterým se správy toků potýkají skoro při každé akci, a je velice těžké najít se zástupci orgánů ochrany přírody kompromisní řešení.

Mnohdy se tak úpravy prodlužují a tím i prodražují. Je třeba zdůraznit, že stavební firmy jsou schopny provádět velmi kvalitní stavby s využitím přírodních materiálů, jako např. lomový kámen, popřípadě s kombinací se dřevem, s vysokým podílem ruční práce. Úpravy tohoto charakteru jsou přírodě nejen vlastní, ale též velmi šetrné.

V obcích je upřednostňováno opevnění koryt kamennou rovnalinou břehů s ponecháním dna bez opevnění.

Příčné objekty – stupně jsou voleny do jednoho metru, často s balvanitým skluzem s prolitím cementovou maltou tak, aby byla umožněna migrace vodní fauny, přednostně je navrhován systém prahů do výšky cca 30 cm. Profil přelivné hrany příčných objektů je upravován do tvaru U stejně jako dno toku, aby byla zajištěna alespoň minimální hloubka vody při nízkých průtocích pro život vodní fauny. Často se vedou dlouhé diskuse o tom, jak daleko by měla jít snaha ponechat toku maximálně přirozený charakter a zdali vůbec provádět jeho úpravy.

Na základě svých zkušeností považuji za nejdůležitější převést bezeškodně povodňové vlny mimo intravilán, tudíž zajistit co nejmenší rozliv toku do zastavěných částí lokalit. Mimo obce pak ponechat toku co nejvíce přirozený charakter a pokud je třeba zabezpečit tok, volit co nejvíce materiálů přírodě vlastních. V obci tedy navrhovat spíše opatření stavebního charakteru, např. podélná opevnění, příčné objekty a mimo obce naopak využívat biologická a biotechnická opatření, jako je péče o břehové porosty, vegetační opevnění, aj.

Obr. 5: Rozdílné pojetí biotechnických opatření na (malých) vodních tocích.

Extravilán (Otevřená krajina)	Parametr toku	INTRAVILÁN (ZASTAVĚNÁ ÚZEMÍ)
Protisměrné vinutí trasy (meandry) otevřené koryto (kde je to možné)	TRASA TOKU	Úseky ovlivněné urbanizačními principy vč. přímé trasy (i zaklenuté)
Možnost vyběžení do inundace (nívy) bifurkace toku (dělení, ramena)	KAPACITA KORYTA	Max. ochrana přílehl. území, kapacit. koryto, ohrázení, poldery
Diverzifikovaný, střídání tůňek a přejejí, samočištění vody	PODÉLNÝ PROFIL	Sklonové poměry v souladu se systémem srážk. kanalizace, zrychlený odtok
Diverzifikované (konkáva, konvexa), spojení s inundací (nívou)	PŘÍČNÉ PROFILY	Velmi kapacitní vč. uzavřených profilů a kapacitních objektů
Priorita vegetačních opatření před technickými, umožnění migrace bioty, nízké příčné objekty, břehové porosty	OPEVNĚNÍ KORYTA A OBJEKTY	Priorita tech. řešení (biotech. kde je možné) objekty hydrotechnické (migrace ryb) komunikační, robustní opatření, břehové porosty (kde je možné)

Zdroj: Křovák.

12.3 Dotační programy na obnovu krajiny

Program revitalizace říčních systémů, Program péče o krajinu, Program obnovy venkova, monitoring půda – voda – krajina dle schválených programů a projektů Mze ČR, sledování a vyhodnocování ekologické stability krajiny, vytváření, inovace a správa informačních systémů. V inundačních území toků a lokalitách pramenných oblastí s nevhodnou dřevinnou skladbou by bylo účelné např. provádět rekonstrukce porostů, realizovat opatření k zachování a obnově mokřadů místo jejich odvodnění, navracet toky do původních koryt s meandry a odstraňovat jejich nevhodná zatrubnění. Budovat malé vodní nádrže a přehrážky s retenčním prostorem, zřizovat poldry a vymezovat rozlivná území v inundačních území vodních toků mimo zastavěné oblasti, to vše za účelem maximálního zpomalení odtoku a zadržování vody v krajině (MZe ČR).

Tyto činnosti jsou jednoznačně podmíněny účelově vymezenými finančními zdroji. Zde hraje rozhodující úlohu státní správa a samospráva, i když finanční zdroje nemusí být vždy jen státní nebo obecní. Otázkou také zůstává, do jaké míry bude společnost ochotna uhradit jejich realizaci.

12.4 Praktický příklad biotechnické úpravy toku

V této kapitole bych chtěl prezentovat biotechnickou úpravu toku Kozího potoka, kterou jsem v minulosti realizoval. Jedná se o tok bystřinného charakteru. Stavba se nachází v jihozápadní části obce Potůčky v Krušných horách a prochází extravilánem i intravilánem. Důvodem úpravy toku bylo časté vybřežování po okolních pozemcích, komunikacích a zaplavování přilehlých objektů. Celková délka úpravy je 89 m.

Název stavby:	Kozí potok – zkapacitnění a opevnění toku
Místo stavby:	k. ú. Potůčky
Správce toku:	Lesy České republiky, s. p.
Investor:	Obec Potůčky
Projektant:	Ing. Ivan Forejt

Technické řešení úseku v extravilánu: nedostatečná kapacita koryta byla řešena jeho rozšířením a navýšením břehů. Opevnění bylo provedeno lomovým kamenem kladeným na sucho do výšky 1,3 m ve sklonu 1:3. Velikost kamene 350-600 kg, délka menší strany min. 500 mm. Vzhledem ke stavu dna nebylo nutné jeho opevnění. Z důvodu velkého podélného sklonu byl zajištěn prahy z lomového kamene zavázané do úpravy břehů. Hrany přelivných objektů jsou 0,3 m vysoké.

Princip opatření: opevnění břehů z lomového kamene (rovnanina) pomáhá nejen k jejich větší stabilizaci, ale výrazným způsobem zpomaluje rychlost vodního proudění, čímž eliminuje vodní eroze. Vybudované prahy z lomového kamene ve dně zavázané do břehů účelně stabilizují podélný sklon dna. Z důvodu mocnosti opevnění nebylo nutné provádět vyklínování spár. Zůstal zde prostor pro přirozený vývoj bioty.

Technické řešení úpravy v intravilánu: úsek toku v obci byl navržen jako pevné opevnění z rigolového kamene kladeného do cementové malty s vyspárováním pohledového zdiva. Průtočný profil má tvar rozšířeného „U“. Výšky opěrných zdí jsou 1,3m nad niveletou dna. Šířka v koruně zdí je 0,3 m a v základu 0,4 m. Šířka dna 1,3 m. Vnitřní vzdálenost levobřežní a pravobřežní zdi je v koruně 1,55 m. Hloubka základových pasů je 0,6 m, pod úrovní nivelety dna.

Princip opatření: opevnění z rigolového kamene bylo navrženo na základě hydrologických průtoků v korytě, které vede středem obce. V zástavbě proto došlo nejen k rozšíření toku na maximum, ale i k jeho částečnému navýšení. Kameny byly kladeny na cementovou maltu s vyspárováním.

Úprava dna v této části je tvořena z lomového kamene uloženého na sucho do štěrku o velikosti 32/63 mm s nerovností dna 0-150 mm. Pokládka kamene probíhala šachovnicově pro dosažení co největší drsnosti dna následného zpomalení průtoku. Rovnanina ve dně byla z důvodu stability vyklínována úlomky lomového kamene.

Pro návrh tohoto řešení byla použita tato hydrologická data:

- plocha povodí **3,66 km²**

- průměrná dlouhodobá roční výška srážek **035 mm**
- průměrný dlouhodobý roční průtok **67 l/s⁻¹**
- odpovídá třídě **3**.

Kapacita upraveného koryta bezpečně převede při hloubce vody 1m průtok $6,559\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$, což odpovídá hodnotě 20leté vody ($Q_{20}= 5,94\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$). Navržený profil koryta je vyhovující a nemělo by dále docházet k rozlivu a zaplavování předmětného území.

Obr. 6: Průběh úpravy břehů lomovým kamenem (Kozí potok – Potůčky).



Zdroj: Foto autora.

Obr. 7: Upravený tok (Kozí potok – Potůčky).



Zdroj: Foto autora.

Obr. 8: Úprava toku ze soklového kamene (Kozí potok – Potůčky).



Zdroj: Foto autora.

Obr. 9: Tok rok po úpravě (Kozí potok – Potůčky).



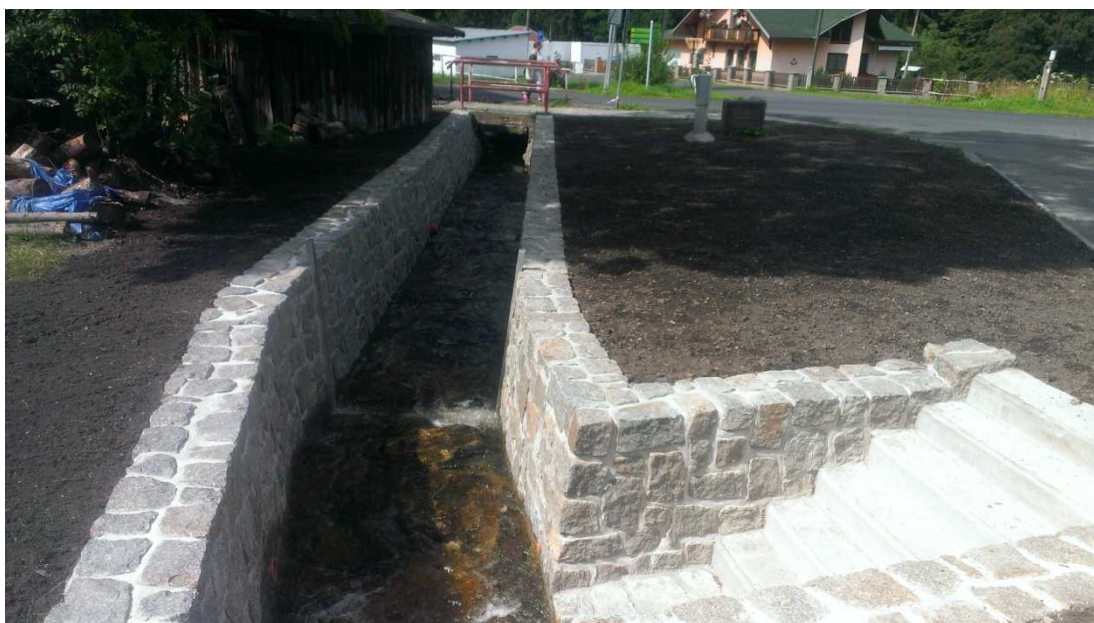
Zdroj: Foto autora.

Obr. 10: Kamenný zához dna (Kozí potok – Potůčky).



Zdroj: Foto autora.

Obr. 11: Konečná podoba úpravy toku (Kozí potok – Potůčky).



Zdroj: Foto autora.

Kamenné rovnání z lomového kamene jsou velmi oblíbeným a využívaným biotechnickým opatřením v úpravách toků. Používá se pro zachování stability dna a břehů toku. Je potřeba volit kámen, který nepodléhá erozi a je normou určen k vodohospodářským účelům. Jeho velikost se volí s ohledem na povahu a význam konstrukce. Z důvodu stability konstrukce je třeba opevnění zavázat zhruba 0,5-0,8 m pod úroveň dna. V neposlední řadě je potřeba konstrukci zacelit, k tomu se využívá úlomků lomového kamene, ale mnohdy se spáry vysypou zeminou a nechají se prorůst vegetací. Tento způsob opevnění je největší měrou využíván na lesních tocích, ale velmi pěkně vypadá v intravilánech obcí a měst. Tato konstrukce zabezpečuje nejen bezpečný průtok, ale také účinně eliminuje sesuvy půd.

Díky této vlastnosti se v době povodně a těsně po ní, velmi často používá mohutných záhozů z lomového kamene na provizorní zpevnění a sanaci sesuvů způsobených vodní erozí. Tímto způsobem jsme těsně po povodni v srpnu 2009 na Liberecku sanovali většinu následku ničivé povodně, jak na tocích, tak na komunikacích z důvodu jejich provizorního užívání.

Obr. 12: Příklad realizace kamenné rovnániny (Hradištský potok u Klášterce nad Ohří) – investor Lesy České republiky s. p.



Zdroj: Foto autora.

Záhozy z lomového kamene jsou velmi často používány pro opevnění konstrukcí břehů a také dochází k ochraně líce zdí, čímž výrazně prodlužují jeho životnost. Je zde patrné, že i za snížených vodních stavů v letních měsících bude zachována výška hladiny pro vodní zoocenózu. Pro představu přiložen obr. 13.

Obr. 13: Zához paty – úpravy lomovým kamenem s urovnáním líce.



Zdroj: Foto autora.

13. Ekonomické aspekty a zhodnocení

Ekonomické zhodnocení protipovodňových opatření v letech 1997 až 2013 na území ČR

Povodně způsobily v ČR za posledních 14 let škody ve výši více než 170 mld. Kč a výrazně vstoupily do všedního života společnosti. Po extrémních povodních na území Moravy v roce 1997 bylo jasné, že povědomí o existenci mimořádných povodňových katastrof bylo ve všech oblastech života státu velice nízká. Důsledkem této skutečnosti byla jak nepřipravenost na přírodní katastrofy takového formátu, tak i zásadní nesystémovost a necelostvornost území podél vodních toků. Toto se během stoletého období opomíjelo díky absenci těchto situací.

Tab. 3: Sumarizace škod a ztrát na životech při povodních v ČR v letech 1997-2013.

Povodňová situace [rok]	Počet ztrát na lidských životech	Povodňové škody [mil. Kč]	
		Celkové	z toho na VH dílech v majetku státu
1997	60	62 600	6 600
1998	10	1 800	
2000	2	3 800	606
2001	0	1 000	100
2002	19	75 100	4 630
2006	9	6 200	2 238
2009	15	8 500	1 392
2010	8	15 200	3 400
2013	15	15 400	
Celkem	123	168 300	18 966

Zdroj: ČSÚ.

Investice do protipovodňové prevence byly zahájeny v první etapě programu „Podpora prevence před povodněmi I“, na kterou následně navázala druhá etapa programu do roku 2012. Usnesením vlády z 15. listopadu 2006 k dokumentaci programu 129120 „Podpora prevence před povodněmi II“ bylo následně ministru zemědělství uloženo zajistit v letech 2007-2012 realizaci II. etapy programu „Podpora prevence před povodněmi II“ v rozsahu dotačních prostředků ve výši 10 miliard Kč. Dalším usnesením vlády z 24. května 2010 bylo schváleno rozšíření náplně programu 129120 o podprogram 129126 „Podpora zadržování vody

v suchých nádržích na drobných vodních tocích“. Zároveň byly navýšeny finanční prostředky o jednu miliardu korun přesunutím finančních prostředků úvěru EIB (Evropská investiční banka) z programu 129130 (www.nasevoda.cz).

Tab. 4: Přehled skutečného čerpání let 2007-2011 a předpoklad čerpání finančních zdrojů programu 129120 v letech 2012-2013 (v mil. Kč).

Zdroj	2007	2008	2009	2010	2011	2012–2013	Celkem
Úvěr EIB	0,0	308,0	1316,6	634,6	816,1	3924,7	7000,0
Fond NM	0,0	140,0	450,0	650,0	350,0	1410,0	3000,0
Státní rozpočet	193,8	341,4	29,5	99,5	54,4	281,4	1000,0
Celkem dotace	193,8	789,4	1796,1	1384,1	1220,5	5616,1	11000,0
Vlastní zdroje, zdroje územních rozpočtů a fondů EU 2)	104,0	94,1	189,8	293,7	31,6	0,0	713,2
Celkem	297,8	883,5	1985,9	1677,8	1252,1	5616,1	11713,2

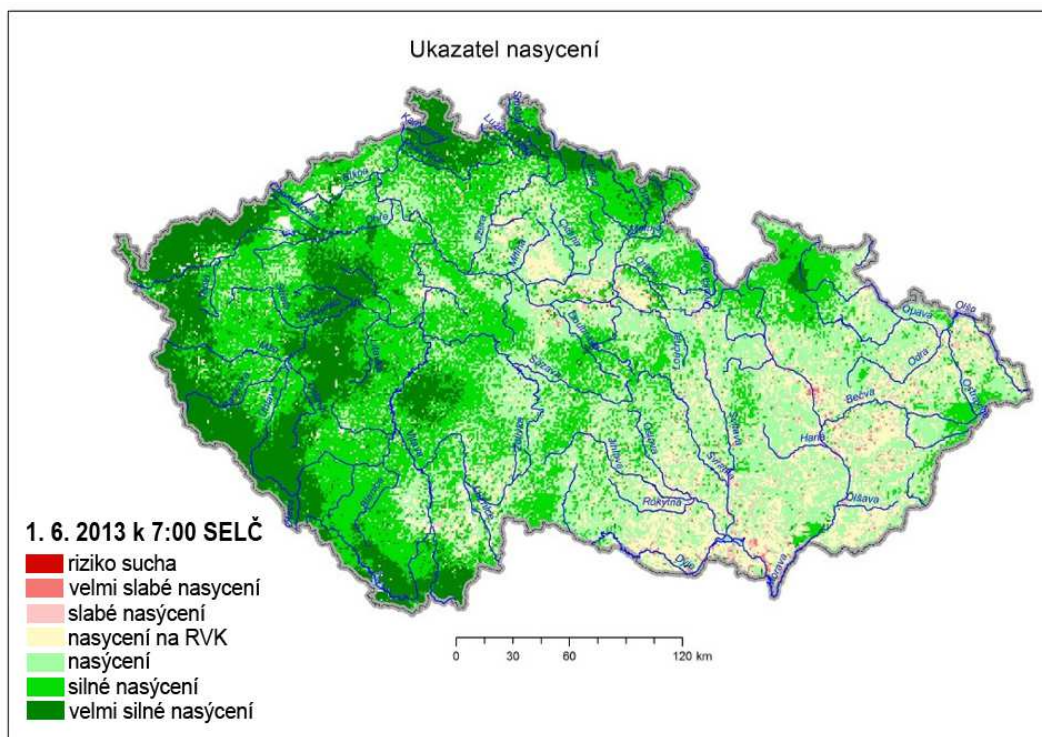
Zdroj: Ministerstvo zemědělství ČR.

Z výše uvedeného grafu je zřejmé, že od první velké povodňové katastrofy v roce 1997 se dařilo účinně čerpat finance z dotací, které se na objemu peněz vyčleněných na podporu prevence před povodněmi podílejí více nežli polovinou. Tento projekt je zaměřen na zvyšování bezpečnosti vodních děl, jejich stabilitu a bezpečnost hrází. Největší měrou se ale podílí na zvyšování průtočné kapacity koryt vodních toků.

Ekonomické zhodnocení v roce 2013 na území kraje (Karlovarský kraj)

Karlovarský kraj zasáhla silná povodeň v červnu 2013, které postihly de facto celé území ČR. Příčinou byly vydatné srážky na konci května, kdy průtoky v povodí Ohře dosahovaly místy i 200 % květnového průměru. Nasycení půdy tak bylo na konci května na západě Čech značně vysoké, což ještě urychlilo nástup povodně. Situace nasycení půdy je zřejmá z obrázku 14, který ilustruje nasycení půdy v ČR k 1. 6. 2013.

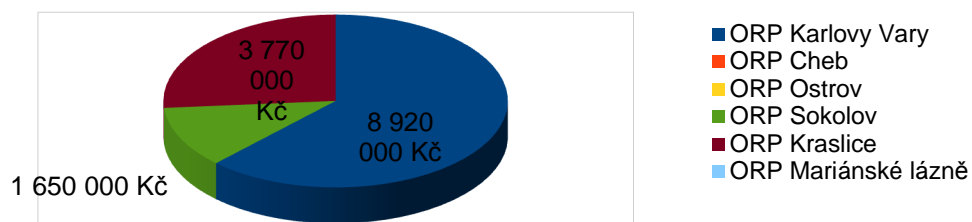
Obr. 14: Nasycení půdy v ČR k 1. 6. 2013.



Zdroj: ČHMÚ.

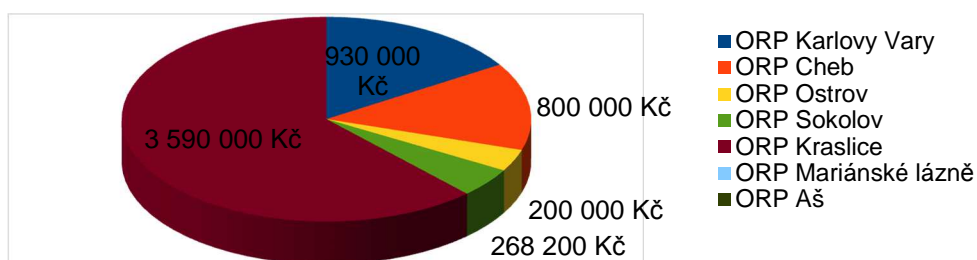
Celkový rozsah škod na vlastnictví ostatních osob v rámci celého kraje byl vyčíslen celkem cca 14,34 mil. Kč. Z toho celkem ve vlastnictví obcí Karlovarského kraje 5,59 mil. Kč. Největší škody způsobily povodně na komunikacích, mostech a přidružených objektech. V součtu byly zahrnuty vyčíslené škody a náklady nahlášené ve zprávách o povodni předaných obcemi s rozšířenou působností.

Graf 4: Celkový rozsah škod na vlastnictví ostatních osob v rámci celého Karlovarského kraje.



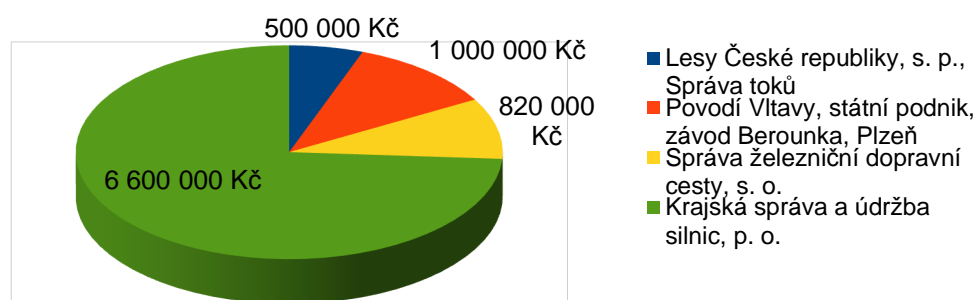
Zdroj: Data Karlovarského kraje.

Graf 5: Celkový rozsah škod na vlastnictví obcí Karlovarského kraje.



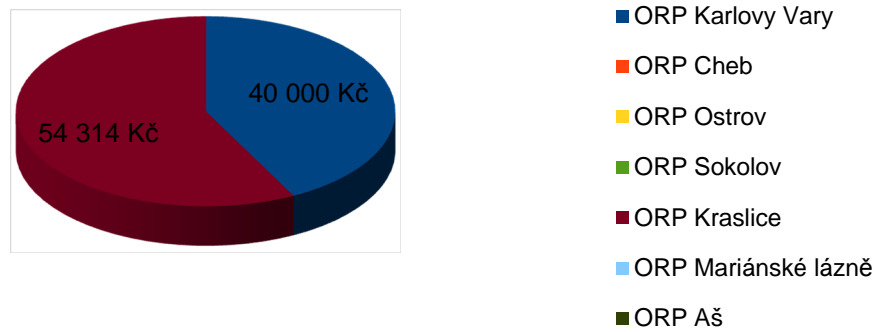
Zdroj: Data Karlovarského kraje.

Graf 6: Rozsah škod na vlastnictví ostatních osob.



Zdroj: Data Karlovarského kraje.

Graf 7: Celkové náklady na provádění zabezpečovací a záchranné práce.



Zdroj: Data Karlovarského kraje.

Tab. 5: Příspěvky Karlovarského kraje na povodňové plány.

Příspěvky	Částka v Kč	Počet schválených žádostí
Opatření na ochranu před povodněmi v územích ohrožených povodněmi 2014	512 739,-	5
Opatření na ochranu před povodněmi v územích ohrožených povodněmi 2015	513 739,-	6
Opatření na ochranu před povodněmi v územích ohrožených povodněmi 2016	514 739,-	7
Opatření na ochranu před povodněmi v územích ohrožených povodněmi 2017	515 739,-	8
Celkem	1 929 793,-	20

Zdroj: www.kr-karlovarsky.cz

Vzhledem k charakteru území povodí Ohře, z výše uvedených investic a současně výše škod způsobených v letech 1997 – 2013, je vhodné postupně pro riziková území v povodí Ohře provést rizikovou analýzu pro různé Q_{10-100} a stanovit roční povodňové riziko a dále dlouhodobé riziko. Z toho bude stanovena redukce povodňového rizika vlivem realizace protipovodňových opatření. Redukce povodňového rizika pak představuje užitek povodňového opatření. Již teď lze vyvodit předpoklad, že u Q_{100} bude poměrová ekonomická efektivita nejvyšší. Samozřejmě pro nižší Q bude dostačující zpracování povodňového plánu a jeho důsledné dodržování k omezení škod na majetku a lidských životech.

Hlavní a naprosto zásadní příčinou vzniku povodňových škod je fakt, že lidské aktivity od zemědělství v úrodných údolních nivách počínaje, přes dopravní trasy, lidská obydlí a střediska výroby a obchodu, se v krajině dostávají do střetu s přirozenými cestami vody. A právě soustavný nárůst všech těchto lidských aktivit je hlavní příčinou hrozivých rozměrů a zvětšování škod při velkých povodních, nikoliv zvětšování povodní samotných (Rektořík 2007).

Krajina a lesy mohou výrazně ovlivnit povodňové stavy na malých i větších vodních tocích. Retenčními a retardačními schopnostmi mohou účinně přispívat v krajinných celcích k utlumení účinků vodního živlu. Proto je třeba prioritně vybírat opatření, úzce spjatá s přírodními zákonitostmi. Jen těmito aspekty jsme schopní zachovat přírodě její přirozené vlastnosti.

Závěr

Povodně jsou hrozby environmentální (přírodní) povahy, tudíž se projevují bez ohledu na lidské přičinění. V současné době jsou povodně, když pomíneme vichřice, snad jedinou zásadní přírodní katastrofou, která se v našich zeměpisných šířkách vyskytuje. Pokud se na toto podíváme z jiného pohledu, z pohledu přírody, tak člověk ji svými neuvážlivými skutky podněcuje k obranné reakci. Střet přírodních procesů s těmi lidskými ovlivňuje a rozhoduje ve většině případů sám člověk. Proto je člověk ten, kdo nese odpovědnost a s tím i spojené riziko za udržení rovnováhy mezi přírodními zdroji, které využívá. Pouze velmi uvážlivým počínáním pro udržení této rovnováhy je nutné efektivně čelit těmto přírodním neduhům, které do značné míry ovlivňujeme.

Vlivem změny klimatických poměrů, které se stále častěji a intenzivněji projevují po celém světě, Českou republiku nevyjímaje, dochází stále častěji k přírodním událostem, mnohdy katastrofálního charakteru. Těmto událostem, mezi které právem patří i povodně, je možno účinně předcházet. Prevence pak spočívá v prvcích protipovodňové ochrany, jejíž funkčnost je založena na ovlivnění odtokových poměrů a eliminaci kulminačních průtoků. Velkou měrou se na eliminaci následků způsobených povodněmi podílí povodňové plány, které obsahují nejen stupně povodňové aktivity, ale hlavně vymezuje soubor opatření, kterými je třeba se řídit.

Na předešlých stránkách byl předložen rámcový přehled teoretických dat k dané problematice vodních toků, retenci vody v krajině, erozi půdy, apod. Je zjevné, že jednotlivé části práce vytvářejí celek, jehož jednotlivé části není možné opomíjet.

Tato práce pak na konkrétních příkladech dokladuje funkčnost stavebních úprav na vodních tocích, které pozitivně přispívají k eliminaci materiálních škod ve spádové oblasti a samozřejmě omezují ztráty na životech při extrémních meteorologických situacích.

Zdroje

Monografie

BERAN, Jan. *Základy vodního hospodářství*. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2000, 146 s. ISBN 80-213-0694-7.

GORDON, Nancy D. *Stream hydrology: an introduction for ecologists*. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2004, xiv, 429 s. ISBN 0470843586.

ČAMROVÁ, L., JÍLKOVÁ J. *Povodňové škody a nástroje k jejich snížení*. 1. vyd. Praha : Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku, Fakulty národohospodářské, Vysoká škola ekonomická v Praze, 2006. 420 s. ISBN 80-86684-35-0.

HERYNEK, J. -- TLAPÁK, V. *Lesnické meliorace - cvičení*. Brno: Ediční středisko MZLU v Brně, 2000. 120 s. ISBN 80-7157-445-7.

CHÁBERA, S., KÖSSL, R. *Základy fyzické geomorfologie : přehled hydrogeografie*. České Budějovice : Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, katedra geografie, 1999. 159 s. ISBN 80-7040-348-9.

JARABÁČ, Milan a Jaroslav ZUNA. *Technická doporučení pro hrazení bystřin a strží*. Praha [i.e. Kostelec nad Černými lesy]: Vydalo Ministerstvo zemědělství v nakladatelství a vydavatelství Lesnická práce, 2002, 64 s. ISBN 80-86386-29-5.

KOVÁŘ, P., KŘOVÁK, F.: *Hrazení bystřin, skripta pro distanční studium*, ČZU Praha, 2002, 45 s. ISBN 80-213-0888-5.

KOVÁŘ, Pavel a František KŘOVÁK. *Hrazení bystřin: učební text pro předmět*. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2002, 31 s., 7 příl. ISBN 80-213-0888-5.

KUBÁT, J. Problematika v předpovědní a hlásné povodňové službě. In *Počasí : Krizové situace způsobené přírodními vlivy*. Praha : Ministerstvo životního prostředí, 2002. s. 29-35. ISBN 80-7212-189-8.

Meteorologický slovník výkladový a terminologický. Praha : Ministerstvo životního prostředí ČR, Academia, 1993. 594 s.

REKTOŘÍK, J., ŠELEŠOVSKÝ, J. *Financování a kontrola jako důležité nástroje zvládnutí mimořádných událostí velkého rozsahu*. 1. vyd. Brno : Masarykova univerzita, 2005. 119 s. ISBN 80-210-3621-4.

Internetové zdroje

ČHMÚ : Český hydrometeorologický ústav : hydrologická služba [online]. ČHMÚ, 2002 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <http://hydro.chmi.cz/hpps/>.

Informační portál karlovarského kraje [online]. Odbor životního prostředí, 2015 [cit. 2015-02-27]. Dostupné z: <http://www.kr-karlovarsky.cz/zivotni/Stranky/index.aspx>

Povodňový plán České republiky [online]. Ministerstvo životního prostředí, 2004 [cit. 2015-02-13]. Dostupné z: http://www.wmap.cz/dpp_cr/.

Informační systém VODA, [online]. Ministerstvo zemědělství České republiky [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://www.dvs.cz/clanek.asp?id=6321347>.

Metodický portál inspirace a zkušenosti učitelů [online]. Ochrana před přirozenými a zvláštními povodněmi v ČR, 14.10.2009,[cit.2015-03-15]. Dostupné z: <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/z/6929/OCHRANA-PRED-PRIROZENYMI-A-ZVLASTNIMI-POVODNEMI-V-CR.html/>.

Naše voda informační portál o vodě [online]. Povodně a retence vody v krajině 13.8.2013 , [cit.2015-03-15]. Dostupné z: <http://www.nase-voda.cz/povodne-retence-vody-krajine/>.

Povodňové a vzdělávací a výzkumné centrum [online]. Povodně ČR, finanční a ekonomické aspekty 2.4.2000, [cit.2015-03-15]. Dostupné z: http://pvvc.cz/ckfinder/userfiles/files/Prezentace_2011_10_06.pdf.

Povodně roku 1997 na Moravě [online]. Poslední úpravy 26.8.2002 [cit. 2015-02-22]. Dostupné z: <http://povodne97.nazory.cz/?menu=1&nazev=obecne/sks>.

eAGRI Voda, [online]. Správci vodních toků 7.1.2011 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/spravci-vodnich-toku>.

eAGRI Voda, Povodně červen 2013 [online]. Ministerstvo zemědělství, 2013,[cit.2015-03-15]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/povodne/>.

Naše voda informační portál o vodě [online]. Povodně v ČR 4.4.2012 (cit. 2015-04-02) . Dostupné z: <http://www.nase-voda.cz/povodne-zpusobily-cr-za-14-skody-ve-vysi-pres-170-miliard-korun/>.

Web

<http://www.chmi.cz>

<http://www.lesycr.cz/Stranky/default.aspx>

<http://www.poh.cz/>

<https://cs.wikipedia.org/wiki/>

<https://www.czso.cz/>

Legislativa

Evropská vodní charta, Štrasburk 1968

Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích

Zákon č. 305/2000 Sb., o povodích

Seznam obrázků, tabulek, grafů a rovnic

Obr. 1: Členění povodí ČR.	19
Obr. 2: Mapa oblastí povodí	21
Obr. 3: Měsíční úhrn srážek v měsíci červenci 1997 (mm)	36
Obr. 4: VT Pramenský potok – výstavba rybího přechodu (říční km 4,23).....	49
Obr. 5: Rozdílné pojetí biotechnických opatření na (malých) vodních tocích.	51
Obr. 6: Průběh úpravy břehů lomovým kamenem (Kozí potok – Potůčky).	54
Obr. 7: Upravený tok (Kozí potok – Potůčky).....	55
Obr. 8: Úprava toku ze soklového kamene (Kozí potok – Potůčky).	55
Obr. 9: Tok rok po úpravě (Kozí potok – Potůčky).	56
Obr. 10: Kamenný zához dna (Kozí potok – Potůčky).	56
Obr. 11: Konečná podoba úpravy toku (Kozí potok – Potůčky).....	57
Obr. 12: Příklad realizace kamenné rovnaniny (Hradištský potok u Klášterce nad Ohří) – investor Lesy České republiky s. p.....	58
Obr. 13: Zához paty – úpravy lomovým kamenem s urovnáním líce.....	58
Obr. 14: Nasycení půdy v ČR k 1. 6. 2013.	61
Tab. 1: Vyčíslená výše škod v krajích ČR	39
Tab. 2: Výše povodňových škod na 1 obyvatele.....	39
Tab. 3: Sumarizace škod a ztrát na životech při povodních v ČR v letech 1997-2013.	59
Tab. 4: Přehled skutečného čerpání let 2007-2011 a předpoklad čerpání finančních zdrojů programu 129120 v letech 2012-2013 (v mil. Kč).	60

Tab. 5: Příspěvky Karlovarského kraje na povodňové plány.	64
Graf 1: Roční srážkové úhrny (v % dlouhodobého normálu).	12
Graf 2: Měsíční srážky v 2013 v porovnání s dlouhodobým normálem (mm).	13
Graf 3: Porovnání zásoby vody vybraných let ve sněhu v jednotlivých týdnech po profil VD Nechanice za období 2001-2010.	14
Graf 4: Celkový rozsah škod na vlastnictví ostatních osob v rámci celého Karlovarského kraje.	62
Graf 5: Celkový rozsah škod na vlastnictví obcí Karlovarského kraje.	62
Graf 6: Rozsah škod na vlastnictví ostatních osob.	62
Graf 7: Celkové náklady na provádění zabezpečovací a záchranné práce.	63
Vzorec 1: Míra asymetrie.	17
Vzorec 2: Index bystřinnosti K_b	47