

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

**FINANČNÍ NÁKLADY NA RETENCI VODY V KRAJINĚ A TVORBU
MOKŘADŮ NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2010

Vypracoval: Jan Černý, Bc.

Školitel: David Pithart, RNDr., CSc., Daphne ČR

Školitel specialista: Eva Cudlínová, doc. Ing., CSc., EF JČU

České Budějovice

2010

Černý, J., 2010: Finanční náklady na retenci vody v krajině a tvorbu mokřadů na území České republiky. [The costs of water retention in landscape and wetland creation in Czech republic. Mgr. Thesis, in Czech] - 76 p., Faculty of Biological Science, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotace

Different types of man-made retention systems (polder, small water reservoir and large reservoir) have been characterized by means of their retention potential and cost of retention per one cubic meter. As part of these man-made retention systems, wetland area has been created. Its acreage and build expense has been counted up in reference to total area, which differed within various types of retention systems. The results of these calculations, Hessian Method, and the method of agricultural land use were used to evaluate natural river basin and its retention potential.

The calculations reveal, that model locality of natural river basin has the lowest value, when used for agriculture cultivation. Hessian Method showed the highest value. The expense of substituting the natural retention of the model locality with different man-made retention systems is estimated to be 0.5–1.6 billion CZK.

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 22. 12. 2010

Touto cestou bych chtěl poděkovat svému školiteli Davidu Pithartovi za vlídné a inspirující usměrňování při zpracovávání této práce. Chtěl bych poděkovat své konzultantce, paní doc. Evě Cudlínové, a paní Ing. Prokešové za cenné rady z oblasti ekonomie. Zároveň bych chtěl poděkovat všem, kteří mi poskytli data a kteří se mnou problematiku konzultovali.

Obsah práce

1. Úvod.....	1
2. Cíle práce.....	6
3. Literární přehled.....	6
3.1. Ekosystémové procesy, funkce a služby.....	6
3.2. Retence vody v přirozené nivě.....	7
3.3. Role vyšších rostlin v mokřadech.....	8
3.4. Význam mokřadních rostlin pro ekosystémové procesy.....	10
3.5. Vývoj koncepce ekosystémových služeb.....	12
3.6. Hodnota ekosystémových funkcí a metody jejího zjišťování.....	14
3.7. Přehled základních metod hodnocení.....	17
4. Retenční útvary a metody.....	22
4.1.1. Retenční útvary.....	22
4.1.2. Výběr retenčních útvarů.....	23
4.1.3. Charakteristika vybraných útvarů.....	24
4.1.3.1. Říční niva.....	24
4.1.3.2. Malá vodní nádrž.....	25
4.1.3.3. Poldr.....	28
4.1.3.4. Přehrada.....	29
4.2. Metody.....	30
4.2.1. Získávání dat, týkajících se parametrů retenčních útvarů včetně nákladů na výstavbu.....	30
4.2.1.1. Oslovené organizace (seznam, charakteristika) a další zdroje dat.....	33
4.2.1.2. Dotační programy.....	37
4.2.2. Zpracování dat.....	38
4.2.2.1. Výpočet nákladů na jednotku objemu retence vody.....	38
4.2.2.2. Výpočet nákladů na vytvoření jednotky plochy mokřadu.....	40
4.2.2.3. Přepočet hodnot nákladů na zvolenou cenovou hladinu.....	40
4.2.2.4. Hodnota přirozené retence v říční nivě vyjádřená substituční metodou.....	41
4.2.2.5. Hodnota říční nivy vyjádřená produkční metodou.....	42
4.2.2.6. Hodnota říční nivy vyjádřená modifikovanou hesenskou metodou.....	43
4.2.2.7. Testování hypotéz.....	44
4.2.2.8. Srovnání výsledků s oficiálně používanými ceníky nákladů na retenci.....	45
5. Výsledky.....	45
5.1. Retenční potenciál vybraných útvarů.....	45
5.1.1. Malá vodní nádrž.....	45
5.1.2. Poldr.....	47
5.1.3. Přehrada.....	48
5.2. Náklady na retenci vody vybranými typy útvarů.....	50
5.2.1. Malá vodní nádrž.....	50
5.2.2. Poldr.....	53
5.2.3. Přehrada.....	55
5.3. Náklady na vytvoření jednotky plochy mokřadu.....	56
5.4. Příklad výpočtu hodnoty přirozené retence v říční nivě vyjádřené substituční metodou.....	58
5.5. Příklad výpočtu hodnoty říční nivy vyjádřené produkční metodou.....	59
5.6. Příklad výpočtu hodnoty říční nivy vyjádřené modifikovanou hesenskou metodou.....	59
5.7. Srovnání výsledků s oficiálně používanými ceníky nákladů na retenci.....	60

5.7.1. Malá vodní nádrž.....	60
5.7.2. Poldr.....	61
5.7.3. Revitalizace.....	62
6. Diskuse	63
7. Závěr	71
8. Seznam použité literatury	72

1. Úvod

Voda je důležitou a nezastupitelnou složkou v krajině. Její kvalita, kvantita a dynamika se v krajině mění pod vlivem přírodních procesů i aktivit člověka, záviselých na jeho aktuální psychické, technické a morální vyspělosti.

Pro ucelenost této práce je dle mého mínění důležité alespoň nastínit důležité změny jejího využívání.

Výsledky vědeckých prací vypovídají o tom, že od dob prvních společností po společnosti doby mezolitické neměl člověk na krajinu výrazný vliv. S postupující expanzí lesa na území Evropy se musel mezolitický člověk přeorientovat ze sezónního skupinového lovu na individuální lov lesní zvěře, která preferovala drobné světliny v lese. Stále častěji se nachází ve vrstvách půdního profilu té doby vrstvy popela, které jsou nepřímým důkazem o udržování takových světlin vypalováním (Kuna, 2007). Tento stav se začal měnit v neolitu, kdy vzniká zemědělství a člověk začíná výrazněji ovlivňovat vzhled svého okolí. Z převážně lesního prostředí vzniká otevřená kulturní krajina, jejíž rychlost a rozsah přeměny závisí na způsobu zemědělské produkce (Kuna, 2007). Byla to doba tzv. neolitické revoluce, která přinesla první odlesňování krajiny, které jako proces přináší mimo změnu biotopů i negativní důsledky, které se výrazněji projevují při překročení určité meze narušování původních ekosystémů (Ripl et al. 1994). Odlesňování pokračovalo s růstem a vývojem lidské společnosti s různou mírou intenzity a kolísání přes její vrchol v době bronzové do cca poloviny min stol., kdy dřevo jako palivo bylo nahrazeno uhlím a později plynem. Odlesňováním krajiny ve větším měřítku došlo k narušení vodního cyklu, erozi půdy a jejího smyvu, čímž došlo k výrazným kvalitativním změnám ovlivněných biotopů (Haase, 2003). Předpokládá se, že těmito úpravami docházelo k častějším povodním, které sídla postavená mimo zátopové území

začala ohrožovat díky postupnému zanášení nivy splaveninami (Prach et al. 2003). Již ve středověku byly na našem území zaznamenány první úpravy toků spojené s výstavbou protipovodňových hrází za účelem jejich ochrany (Sanetrník, 1991). V tomto období zároveň nabylo na významnosti rybníkářství, které významně ovlivnilo krajinu. Rybníky se často budovaly ze zemědělského pohledu na těžko využitelných či málo úrodných plochách, jako jsou např. mokřady. Ty byly proto často upravovány a nahrazovány vodními nádržemi. Rybníkářství v nastupujícím vrcholu podporoval i Karel IV., který v připravovaném zemském zákonu *Maiestas Carolina* uvádí:

„Aby Království Naše Čechy mělo hojnost ryb a výparů, velí se stavům i městům pilně zřizovati rybníky i pro hojnost ryb i proto, aby půda se co možná využitkovala. Hlavně aby se voda z bahnisek a močálů nashromážděná za účinků slunce a teplých větrů odpařovala a jako pára dešti působila na rostliny co nejvíc blahodárně... V době trvalých dešťů, tání sněhu, průtrží mračen zadržeti hrázemi velkou část vody a tak zabrániti povodním v dolejších polohách.“

Z úryvku je patrná schopnost komplexního pohledu na krajinu a procesy v ní, které soudobým technokratům často fatálně chybí. Stavby rybníků zajišťovaly po počátečních poměrně velkých investičních nákladech zisk z produkce ryb a částečně poskytovaly protipovodňovou ochranu. Přesto tato výstavba rybníků měla negativní dopad na stávající říční síť. Menší toky byly upravovány tak, aby napájely vznikající rybníky. Byly budovány i toky nové jako Nová řeka v Třeboňské oblasti (Hule, 2003).

Snahy o regulace větších toků (Morava, Vltava) jsou datovány přibližně od první poloviny 18. století. Tyto regulace byly prováděny za účelem plavby, plavení dříví, využití vodní energie. S rostoucím významem říční plavby přišly v druhé polovině 19. století úpravy říční

sítě odpovídající těmto změněným podmínkám. Postupně tak začala vznikat umělá říční síť, jak ji známe dnes (www.stavlisty.cz, 2003).

Za posledních 200 let došlo v důsledku rozsáhlých úprav říční sítě a protipovodňových opatření k výrazné transformaci přírodních niv na jejich umělou, z hlediska současných potřeb, diskutabilní podobu. Tyto úpravy dosáhly svého vrcholu v 50. až 80. letech 20. století, kdy byly ve velké míře napřimovány, zahlubovány nebo zatrubňovány i drobné vodoteče. Přilehlé rozsáhlé plochy mokřadů a luk byly rozorány za účelem zvýšení rozlohy orné půdy státu bez jakýchkoli ekonomických analýz, které by toto jednání podporovaly. Tento proces probíhal zároveň za drastického útlumu aktivit ochrany přírody, která nebyla socialistickým režimem respektována. Plocha takových území byla často opatřena meliorační sítí, která odvádí vodu do vodního toku. V některých případech, pokud to podmínky umožňovaly a bylo to vyžadováno zemědělskými potřebami, byly i instalovány pumpy, které toto odvodnění zintenzivnily. Na takto vytvořené zemědělské plochy bylo navíc, za účelem zvýšení produkce, aplikováno velké množství hnojiv.

Tyto zásahy měly, a do současnosti stále mají, mnoho negativních následků. Melioracemi se výrazně zkrátila délka říční sítě, přibližně o 4500 km, což je asi o 26% z toků ve správě Povodí (Pokorný, 1998). Tento proces se výrazněji projevil u malých vodních toků, které jsou ve správě Zemědělské vodohospodářské správy. Dochází tak k rychlým odtokům vody, jejíž akumulace v nižších polohách může způsobovat výraznější škody při povodních. Díky tomuto zkrácení a úpravě morfologie koryta došlo ke snížení smáčeného povrchu, což má za důsledek sníženou schopnost samočisticích procesů řek. Úpravami niv včetně koryt dochází k nižší dotaci podzemních vod. Zahloubením vodních toků v blízkosti orné půdy dochází ke zvýšení poměru aerobních procesů v půdě, což má za následek rychlý rozklad organických látek. Při dopadu srážek dochází k proplachování a znehodnocování těchto nivních půd. Vlivem

hnojení, zvýšeným smyvem a erozí dochází k eutrofizaci a výraznému snížení kvality vod, což bezprostředně ovlivňuje kvalitu na vodě závislých biotopů.

Odvodněním a vysušením takového rozsahu dochází k porušení malého vodního cyklu v krajině. Narůstají tím extrémy mezi obdobími sucha a naopak obdobími výrazných povodní. Voda plní v krajině velmi významnou funkci i z hlediska tepelného. Při osvětlení plochy mokřadu sluncem se tato energie spotřebovává zejména na odpar vody (přibližně $0,7 \text{ kWh.l}^{-1}$ vody) a není tedy využita na ohřívání mokřadu. Vodní páry jsou větrem roznášeny a při jejich kondenzaci dochází k uvolňování této energie. Dochází tedy k ohřívání mikroklimatu na jiném místě. V důsledku tak dochází k vyrovnávání teplotních extrémů v krajině (Pokorný, 2007).

V současné době probíhá debata na politické, ekonomické i vědecké úrovni o možném směru vývoje klimatu Země. Některé scénáře, které byly k takovému odhadu budoucího vývoje vytvořeny, předpokládají, že v oblasti střední Evropy bude docházet k extrémně suchým obdobími i k obdobími nebývalých povodní. Takové nežádoucí jevy je dostatečně zavodněná krajina schopna tlumit.

O tom, že je třeba vodu v krajině zadržovat, není již v této době pochyb. Zůstává však otázkou, jakým způsobem má být tato retence, s ohledem na současný způsob využívání krajiny, řešena. Existují řešení, která jsou kombinacemi dvou základních od sebe odlišných způsobů. Prvním způsobem jsou myšlena tzv. „tvrdá“ opatření, která zahrnují technický způsob zadržování vody v různých typech nádrží. Druhým způsobem, „měkkým“, jsou myšlena komplexní, přírodě blízká řešení retence vody v krajině.

Při posuzování výběru konkrétního řešení pro dané podmínky je třeba komplexního zhodnocení efektivity uvažovaného řešení i z hlediska financí. Výhodou přírodě blízkého

způsobu retence je jeho komplexní vliv na řešené území při relativně nízkých nákladech. Za jeho nevýhodu může být považován potřebný prostor pro přirozené procesy (říční nivy), obtíže při výkupu pozemků či při dosažení souhlasu majitelů pozemků se změněným hydrologickým režimem. Výhodou technického řešení retence může být řízená a dobře predikovatelná retence vody ve vymezených objemech. Nevýhodou je jeho dopad na krajinu.

Cílem předkládané magisterské práce je popsat retenční schopnosti vybraných útvarů a zjistit, jaké jsou náklady na tato různě efektivní opatření. Takto získané hodnoty mohou být využity při odhadech celkových nákladů na uvažované revitalizační projekty. Zjištěné hodnoty nákladů jsou také použitelné pro ocenění přirozených retenčních funkcí (např. říčních niv), které dokáží vodu v krajině zadržovat přirozeně. Hodnota přirozené retence krajiny není dosud systematicky doceňována, a proto se při územním rozhodování explicitně považuje za nulovou. Tento fakt se zcela jasně projevuje výstavbou v záplavových územích, která nejsou dostatečně respektována. Dochází tím ke snižování hodnoty ovlivněných území. Zjišťováním této hodnoty se zabývá obor ekologické ekonomie. Jedním z přístupů je oceňování charakteristických vlastností ekosystémů majících pro lidskou společnost užitek. K těmto užitkům můžeme přistupovat jako ke službám, které tyto ekosystémy poskytují zcela přirozeně, “zdarma“.

2. Cíle práce:

1. Popsat retenční charakteristiky vybraných typů retenčních útvarů na škále přirozené - polopřirozené - technické. Tj. přirozená niva, poldr a malá vodní nádrž, přehrada.
2. Zkompletovat podklady pro kvantifikaci retence vody u vybraných typů retenčních útvarů.
3. Zkompletovat podklady pro výpočet nákladů na tvorbu mokřadů.
4. Vypočítat náklady na retenci vody a tvorbu mokřadů u vybraných typů retenčních útvarů.
5. Popsat a testovat vliv faktorů, které ovlivňují výši nákladů na jednotku retence (1m^3) vody (typ, objem).
6. V diskusi porovnat způsoby retence vody v krajině z hlediska jejich možné realizace, finanční náročnosti, vedlejších efektů a případně se pokusit o širší zobecnění.

3. Literární přehled

3.1. Ekosystémové procesy, funkce a služby

Definice procesů, funkcí a služeb ekosystémů nejsou zcela sjednoceny. Ve své diplomové práci se proto držím pojetí procesů jako toků hmoty a informací uvnitř ekosystému nebo mezi ním a okolím. Tyto toky vznikají na základě reakcí mezi biotickými a abiotickými složkami ekosystémů. Funkce jsou pak vnějším výsledkem procesu nebo procesů daného ekosystému, vnímaným v širším kontextu, většinou z pohledu člověka, ale například i z hlediska významu zachování ekosystému planety. Ekosystémové služby jsou přímé nebo nepřímé užítky pro lidskou společnost, vyjádřené ekonomickým způsobem, tedy většinou jako toky peněz za jednotku času. Platí, že jeden proces může být základem více funkcí a naopak, že jedna funkce může být výsledkem několika procesů (Groot et al. 2002; Costanza, 1997).

V následujícím textu uvádím dva příklady, pomocí kterých bych se rád pokusil tyto vztahy blíže vysvětlit.

3.2. Retence vody v přirozené říční nivě

Prvním příkladem jsou procesy spojené s retencí vody v říční nivě, která si zachovala přirozený charakter, tedy rozvolněné nebo meandrující koryto toku s nízkou průtočnou kapacitou a rozlivy do plochy nivy. Proudění vody je základem přírodních procesů, jako je boční infiltrace vody do zvodnělých vrstev nivy. Prouděním vody členitým tvarem koryta se zpomaluje její průtok, což je důležité pro delší kontakt vody s aktivním povrchem koryta. Členitost je důležitá pro dynamiku stálých změn stanovišť v řece. Při rozlivu dochází ke zpomalení průtoků v závislosti na morfologii nivy, ale zejména dochází v celé její ploše k vsakování vody, plnění prohlubní a tůní, k retenci sedimentů a splavenin. Retence vody a sedimentů doplňuje zásoby vody a živin mokřadních biotopů, čímž zlepšuje jejich kvalitu a poskytuje službu podpory jejich biodiverzity. Při povodních má zpomalování odtoku funkci tlumení extrémních průtoků, čímž poskytuje říční niva službu protipovodňové ochrany (Pithart et al. 2010). Za nedostatku vody se ze zvodnělých vrstev voda uvolňuje, což je důležité při ochraně před suchem. Při kontaktu vody s aktivním povrchem koryta a při průchodu vody zvodnělými vrstvami dochází k samočištění. Protože se zabýváme, nebo mohu zabývat, ekonomickou hodnotou ekosystémových funkcí, mohu hovořit o službách poskytovaných ekosystémy. Služby, jako je podpora biodiverzity, protipovodňová ochrana nebo samočištění, jsou již ocenitelné specifickými metodami. U služeb se tedy zabýváme jejich ekonomicky vyjádřitelnou hodnotou, která je již, oproti funkcím a procesům ekosystémů, sčitatelná.

Druhým příkladem jsou procesy, funkce a služby spojené s fyziologií vodních rostlin.

3.3. Role vyšších rostlin v mokřadech

Vyšší suchozemské rostliny mají aerobní metabolismus a jsou proto závislé na přísunu molekulárního kyslíku z jejich prostředí. Pokud jsou takové rostliny zaplaveny, dochází k rychlému omezení nebo zastavení přísunu kyslíku do listů. Vlivem zaplavení dochází v půdě k rychlé spotřebě zbylého kyslíku a vznikají zde anaerobní podmínky (Visser et al. 2003). Pokud jsou zaplaveny kořeny suchozemské rostliny, které jsou na zaplavení citlivější než nadzemní část rostliny, dochází k rychlému snížení přísunu kyslíku, což vyvolá ukončení aerobního metabolismu kořenů, poruší se energetická bilance buněk a dochází k omezení růstu, dělení buněk a příjmu živin.

Změnou z aerobního metabolismu na anaerobní glykolýzu dochází ke snížení produkce ATP. Produkty fermentace, které jsou pro rostlinu toxické, se v rostlině kumulují, což způsobuje okyselení cytoplazmy buněk a v konečném důsledku jejich odumření. Anoxické podmínky mají patologický vliv na strukturu mitochondrií, kde dochází k redukci počtu krist a ke snížení kvality matrix (Mitsch et Gosseling, 2000). Rostliny, které nesnáší zaplavení, odumírají během několika dní nebo dokonce i hodin (Brändle et al. 1996).

Mokřadní ekosystémy, které jsou charakteristické svým proměnlivým hydrickým režimem a obvykle stabilními anaerobními podmínkami půdy, jsou osidlovány specifickým společenstvem rostlin, které se adaptovaly na takové podmínky, ve kterých by suchozemské rostliny nedokázaly přežít. U těchto rostlin se vyvinula široká škála fyziologických a morfologických adaptací, které jim umožňují zaplavení přežít měsíce i roky a dokonce z něj profitovat.

Aby rostliny v anaerobních podmínkách přežily, musí zajistit alternativní přísun kyslíku pro metabolismus kořenů a dalších podzemních orgánů. Dále musí udržet aerobní

metabolismus za sníženého přísunu kyslíku a v neposlední řadě musí aktivovat procesy na ochranu rostliny před fytotoxiny (Brändle et al. 1996).

Při zaplavení rostliny dochází ke stimulaci produkce fytohormonu ethylenu, který se v tkáních s nedostatkem kyslíku rychle koncentruje a startuje strukturální změny pletiva rostliny. Etylen stimuluje enzym celulázu, která je zodpovědná za rozpad buněčných stěn. Tímto způsobem se vytváří pletivo aerenchym, které slouží k provzdušňování zatopených částí rostliny difúzí (Mitsch et Gosseling, 2000). Pokud je zaplavena rostlina větším sloupcem vody, ale listy zůstávají nad vodou, uplatňuje se další adaptace rostliny, kterou je aerace ponořených orgánů rostlin.

Vzduch je nasát do průduchů a je postupně tlačěn přes aerenchym do kořenů tlakem, který vzniká teplotním a vlhkostním gradientem (Brix et al. 1992). Starší listy takového tlaku jsou méně schopné, proto fungují jako vývod této aerace. Aerace kořenů má i svůj sekundární důsledek. Pokud má rostlina dostatek kyslíku v zaplaveném kořenovém systému, je schopná přebytečný kyslíku difundovat do okolního prostředí a okysličovat anaerobní půdní podmínky v blízkosti kořenů, čímž se snižuje toxicita rozpuštěných redukováných iontů, které je následovně rostlina schopná přijímat a dále růst (Mitsch et Gosseling, 2000). Dalšími adaptacemi rostlin za účelem odvětrávání jsou například pneumatofory.

Pokud jsou zaplaveny i listy rostliny, dochází k rychlému růstu nadzemní části rostlin, který je vyvolaný koncentrací ethylenu. Tím je opět zaručen přístup plynného oxidu uhličitého a kyslíku.

3.4. Význam mokřadních rostlin pro ekosystémové procesy

Mokřadní vegetace je z hlediska služeb velmi důležitá efektivním ovlivňováním cyklů živin a zlepšením kvality vody (Reddy et D'Angelo, 1994).

Výroba dusíkatých látek pro zemědělství přibližně dvakrát převyšuje množství dusíku, které jsou všechny ekosystémy schopny fixovat (Mitsch et Gosseling, 2000). Mokřady mohou hrát důležitou roli vracením tohoto přebytečného dusíku do atmosféry díky oxidačně redukčním reakcím ve vodním sloupci, půdním prostředí a přechodu mezi nimi. V aerobních podmínkách vodního sloupce jsou amonné ionty oxidovány na dusičnany, které difundují do anaerobního prostředí, kde slouží jako akceptory elektronů a následovně vystupují ze systému. Mnohem významnější reakcí je denitrifikace, kdy jsou dusičnany redukovány na plynný dusík (N_2). Tím se ztrácí velké množství dusíku do atmosféry (Reddy et D'Angelo, 1994).

Síra je dalším prvkem, jehož cyklus byl výrazně ovlivněn člověkem. Množství síry v ovzduší bylo výrazně ovlivněno vypouštěním zplodin ze spalování fosilních paliv. Ukládání jeho přebytků v mokřadu je umožněno procesy, které jsou řízeny vodními rostlinami a na nich navázanými společenstvy. Když se dostane síra ve formě síranů do mokřadu, slouží zde jako anorganický akceptor. Výsledkem redukce síranů v prostředí anaerobních půdních podmínek je sirovodík, který uniká jako plyn ze systému (Reddy et D'Angelo, 1994). Většina síranů zůstává ve formě nerozpustných komplexů s kationty železa a hliníku v sedimentu (Mitsch et Gosseling, 2000).

Koncentrace CO_2 v atmosféře se vlivem spalování fosilních paliv a destabilizace ekosystémů zvyšuje. Rozsáhlým odstraňováním vegetačního krytu dochází k oxidaci organické hmoty a uvolňování skleníkových plynů do atmosféry. V případě narušení

rovnováhy rozsáhlých rašelinišť Kanady a Ruska mohou tato rašeliniště uvolňovat velká množství tohoto plynu do atmosféry. Oxidací rašelinišť dochází také k uvolňování methanu, který je dvacetkrát účinnější skleníkový plyn než CO_2 . Methan se ale zároveň mnohem dříve rozkládá v atmosféře (Mitsch et Gosseling, 2000). Mokřady z hlediska světové bilance CO_2 a CH_4 plní při dobrém fyziologickém stavu nezastupitelnou roli, kdy převažuje absorpce těchto plynů v biomase nad jejich uvolňováním.

Fosfor se v mokřadech vyskytuje v organické a anorganické formě, která je mobilnější. Na rozdíl od předchozích biogenních prvků se zde akumuluje. A to v biomase rostlin a živočichů, na povrchu sedimentů nebo jako součást nově vytvořené půdy prostřednictvím čtyř základních principů: chemickým srážením, sorpcí v sedimentu a ukládáním detritu (Kadlec, 1994). Mokřadní půdy mohou fosfor i uvolňovat. To záleží na fyzikálně-chemických vlastnostech půdy. Pokud je přísun fosforu do mokřadu vyšší, než je jeho koncentrace půdě, dochází k reakci s oxidy a hydratovanými oxidy železa, hliníku a uhličitany, a fosfor se v půdě zadržuje. Pokud je přísun fosforu nižší, fosfor se může z půdy uvolňovat (Reddy et D'Angelo, 1994).

Chceme-li vyjádřit funkce mokřadu, jakými jsou zadržování a transformace živin, jako služby, můžeme je ocenit srovnáním s umělými mokřady, které se budují za účelem čištění odpadních vod. U těchto tzv. kořenových čistíren odpadních vod je známa efektivita čištění, míra evapotranspirace (důležitá pro klimatizační funkci mokřadu) i náklady na postavení a údržbu. Například u kořenových čistíren odpadních vod s podpovrchovým průtokem je účinnost odstraňování nerozpuštěných látek vysoká (84,3%), zatímco účinnost odstraňování celkového dusíku je 41,6% a fosforu 51%. Náklady na výstavbu takové čistírny jsou srovnatelné s konvenční čistírnou podobné účinnosti, náklady na údržbu jsou ale výrazně nižší (Vymazal, 2002). Rostliny v samočisticích procesech hrají klíčovou roli, protože díky svým

adaptacím a prostorovému uspořádání nadzemní a podzemní biomasy poskytují nadzemní a půdní biotě vhodné habitaty, potravu, odbourávají metabolity a okysličují své okolí. Díky těmto charakteristikám rostlin mají mokřady vysokou biodiverzitu, která je velmi důležitá pro jejich funkční stabilitu (Deutsch et al. 2003).

3.5. Vývoj koncepce ekosystémových služeb

Dle některých autorů přešel vývoj ekonomie z období, ve kterém byl limitujícím faktorem ekonomického růstu člověkem vytvořený kapitál, do současné doby, kdy se stává limitujícím faktorem dostatek zbývajících přírodních zdrojů (Costanza, 2000). Se zhoršujícími se podmínkami životního prostředí si více uvědomujeme závislost lidské společnosti na přírodních ekosystémech a na jejich široké škále přímých i nepřímých užitků, které nám přinášejí, na které můžeme nahlížet jako na služby (Edwards et Abivardi, 1998). Oproti tomuto názoru stojí současná neoliberální ekonomie, která zastává názor, že limitace přírodními zdroji prakticky neexistuje. Pokud se nějaký přírodní zdroj přiblíží svému vyčerpání, vzroste jeho cena natolik, že přestane být využíván a bude nahrazen zdrojem jiným, který věda a technika mezitím objeví (Klaus, 2007; Jílková et Slavíková, 2009).

První práce, které se zabývaly konceptem ekosystémových funkcí, služeb a jejich ekonomických hodnot, byly publikovány v druhé polovině šedesátých a na začátku sedmdesátých let (Groot et al. 2002; Mitch et Gosseling, 2000). Od té doby téměř exponenciálním tempem narůstal počet publikovaných prací na toto téma. Pomyslným vrcholem, který vyvolal v ekonomických kruzích rozporuplné emoce, bylo předání Nobelovy ceny za ekonomii pro přínos v ekonomii životního prostředí v roce 2009 Elinore Ostrom a Oliveru Williamsonovi, kteří prokázali účinnost a efektivitu spravování veřejného majetku sdružením uživatelů. Tradiční pohled na správu veřejného majetku předpokládá, že je s

veřejným majetkem obecně nevhodně nakládáno, a že by měl být privatizován nebo regulován státem (Slavíková et al. 2010). Úlohou vlastnických práv a veřejným majetkem, které se ekosystémových služeb bezprostředně dotýkají, se budu blíže zabývat v následující kapitole.

Vzhledem k tomu, že se ekonomika životního prostředí prudce a živelně rozvíjí, vzniká v terminologii, systematice a definicích nejednotnost, která může být překážkou i při zjišťování a porovnávání hodnot ekosystémů a jejich služeb (Bingham et al. 1995; Groot et al. 2002; Boyd et Banzhaf, 2007). Pro účely diplomové práce budu vycházet z členění ekosystémových služeb dle Millenium Ecosystem Assessment (2005) odvozených od funkcí mokřadů (tab. č. 1).

Tab. č. 1: Členění ekosystémových služeb

Služby	Příklady
Zásobovací	
potraviny	produkce ryb, zvěře, rostlinných plodin
voda	pitná voda, voda pro zemědělské a průmyslové využití
vlákna a paliva	produkce dřeva, rašeliny, píce
biochemická	přírodní léčiva a suroviny pro farmaceutický průmysl
genetický materiál	genetický materiál pro šlechtění
Regulační	
regulace klimatu	ovlivňování teplot, srážek a dalších klimatických procesů
regulace vodního režimu	regulace přítoků, odtoků
čištění vody	odstraňování polutantů a nadbytku živin
regulace eroze	snižování eroze zadržováním půdy vegetací
regulace přírodních hrozeb	ochrana před ničivými účinky živelných pohrom
opylování	tvorba habitatů pro opylovače
Kulturní	
duševní a inspirační	aspekty mokřadů jsou inspirací, součástí mnoha vyznání
rekreační	příležitosti k rekreačním aktivitám
estetická	mokřady mají estetické hodnoty pro lidskou společnost
vzdělávací	příležitosti k formálnímu a neformálnímu vzdělávání
Podpůrná	
půdotvorné procesy	zadržování sedimentu a akumulace organické hmoty
koloběh živin	zadržování, zpracovávání a koloběh nutrientů

3.6. Hodnota ekosystémových funkcí a metody jejího zjišťování

Hodnota obecně vyjadřuje důležitost nebo potřebnost něčeho z hlediska jedince nebo společnosti; vztahuje se tedy vždy k člověku (Bingham et al. 1995). Připisování vnitřních hodnot a vnějších (finančních) hodnot funkcím ekosystémů obvykle odráží lidské vnímání a potřeby, které se následně odráží v reálné situaci na trhu (Mitsch et Gosseling, 2000). Někteří autoři tvrdí, že není moudré nebo dokonce možné hodnotit tak nehmatatelné skutečnosti, jako je estetika krajiny nebo lidský život. Ve skutečnosti tak činíme denně, když se rozhodujeme při nákupu potravin nebo při vytváření zákonů a norem, které mají vliv na kvalitu našeho života. Přestože je hodnocení mnohdy velmi obtížné, nemáme na výběr, jestli jej provádět nebo ne (Costanza, 2000).

Ekosystémy a ekonomické systémy jsou velmi komplexní, otevřené a dynamické, s nelineárním chováním (Deutsch et al. 2003). Jako všechny otevřené systémy obsahují složky, které jsou navzájem propojeny výměnou látek, tokem energie a informací. V případě ekonomického systému je komunikace zajišťována například tokem peněz. V dynamických systémech se obvykle ustaluje dynamická rovnováha, která zajišťuje dočasné, relativně neměnné podmínky, které se mohou pod vlivem určitého narušení přesunout do odlišné rovnováhy, která zpětnou vazbou ovlivňuje složky systému. Příkladem může být změna trofie jezera, která může eliminovat původní biotu, nebo v ekonomickém systému například změna určitých politik, které ovlivňují v první řadě lidskou společnost (Limburg et al. 2002).

Lidská společnost svými socioekonomickými vztahy modifikuje ekosystémy tak, aby uspokojovaly jeho aktuální potřeby prostřednictvím výběru volby (Costanza, 2000). Tradiční ekonomie předpokládá, že preference veřejnosti ohledně uspokojování potřeb jsou stálé, což by problematiku hodnocení ekosystémových služeb výrazně zjednodušilo. Ve skutečnosti se

preferance veřejnosti neustále vyvíjejí pod vlivem vzdělání, médií i pod vlivem mezilidské komunikace (Bingham et al. 1995; Costanza, 2000). Tento vývoj, spolu s vývojem technologií a politiky, ještě více komplikuje vývoj přesnějších metod hodnocení ekosystémových služeb. V souvislosti s vývojem preferencí je rozhodující míra aktuálního poznání. Nejsme, a pravděpodobně ani nebudeme, schopní porozumět všem produkčním schopnostem ekosystémů natolik, abychom kvantifikovali množství poskytovaných služeb ekosystémy, nebo jaký bude mít zásah do jejich fungování důsledek, který se projeví v množství a kvalitě poskytovaných služeb (Daily et al. 2000).

Jedním z ekonomických paradoxů hodnoty, který má vliv na míru poptávky po ekosystémových službách společností, je teorie veřejného majetku (státu i obcí). Veřejný majetek, jako jsou přírodní nebo člověkem pozměněné ekosystémy, nemají finanční hodnotu, pokud se u nich neuplatňuje princip vzácnosti. Tento případ uvedu na jednoduchém příkladu. Pokud uvažuji veřejný majetek, jako je zdroj pitné vody, ke kterému má přístup celá veřejnost, není takovýto zdroj vzácný. Pokud ale přístup veřejnosti k tomuto zdroji omezím, stane se zdroj jistou měrou vzácný. To vyvolá poptávku po takovém zdroji, jejíž míra závisí na vzácnosti konkrétního zdroje. Z této logiky věci plyne, že produkty mokřadů, které jsou majetkem státu nebo obcí, nemají komerční hodnotu pro majitele mokřadu. Na to navazuje problematika vztahu poskytovatele a příjemce služby. Pokud mám ekosystém, ze kterého profitují různé skupiny uživatelů, a pro majitele bude ekonomicky výhodnější takový ekosystém přeměnit za účelem zisku, omezí tím přísun statků a služeb pro původní uživatele (Edwards et Abivardi, 1998). Jinými slovy, pokud bude existovat veřejná poptávka po ekosystémových službách, pro které bude vytvořeno tržní prostředí, vznikne i nabídka. Kostarická vláda například platí od roku 1997 vybraným majitelům pozemků za sekvestraci CO₂, ochranu povodí, ochranu biodiverzity a krásu krajiny ročně 50 \$.ha⁻¹ (Daily et al. 2000).

Dalším aspektem ovlivňujícím poptávku po ekosystémových službách je vnímání času. Smyslem udržitelného využívání přírodních zdrojů je neomezit nebo neohrozit jejich využívání v budoucnosti. Na to naráží často současný způsob jejich využívání, který předpokládá, že s omezeními nebo škodami na životním prostředí se budou schopné budoucí generace vypořádat (Edwards et Abivardi, 1998). Na to reagují někteří vědci, kteří tvrdí, že pokud nebudou ekonomické a ekologické systémy v těsném propojení, může dojít k devastaci ekosystémů, což není slučitelné s principem dlouhodobě udržitelných společností a kultur (Acharya, 2000; Armsworth et Roughgarden, 2001). Pozitivním příkladem může být situace v New Yorku. Místní zastupitelstvo potřebovalo zlepšit kvalitu dodávané surové vody z hlavní pramenné oblasti Catskills Mountains, která po přečištění zásobuje 9 milionů obyvatel města. Zastupitelstvo upřednostnilo revitalizaci povodí před zvažovanou novou úpravnou vod. Z dlouhodobého hlediska se jevílo toto řešení jako levnější i s ohledem na řadu dalších poskytovaných ekosystémových služeb touto revitalizací (PCAST, 1998).

V minulé kapitole jsem zmínil hodnotu biodiverzity z hlediska produktivity a stability ekosystému. Biodiverzita má ale i zásadní socioekonomický rozměr. Čím je pestrost diverzity vyšší, tím jsou více využity podmínky prostředí, které vedou k vyšší produktivitě a odolnosti vůči disturbancím. Narušení stability může vést k nežádoucím změnám typu ekosystému pro lidskou společnost (Adams et al. 2004; Deutsch et al. 2003; Gordon et al. 2010; Limburg et al. 2002). Obecně platí, že biodiverzita je přímo spojená s bohatstvím společnosti a hraje zásadní roli v boji proti hladu (MEA, 2005; Swift et al. 2004). Přesto řešení takových otázek, jako je hlad a chudoba, není snadnou záležitostí, protože nutně naráží na rozdíl mezi dlouhodobým a krátkodobým časovým rámcem řešení problému. Krátkodobým (a krátkozrakým) řešením může být likvidace přírodních ekosystémů za účelem pěstování plodin. Naopak strategií, která tyto závažné problémy řeší s dlouhodobým efektem, staví na ochraně biodiverzity. Obyvatelé

chráněných území jsou aktivně zapojeni do ochrany a správy prostředí, za což jsou placeni. Tato strategie má ale mnohá úskalí, jejíž úspěšnost závisí i na místě uplatnění (Adams et al. 2004). S tím souvisí vnímání hodnoty, ne nezbytně ekonomické, vzhledem ke kontextu krajiny (Mitsch et Gosseling, 2000). Lidé žijící v prostředí mokřadů budou nezbytně vnímat dostupnost ekosystémových služeb plynoucích z takových ekosystémů jinak než lidé žijící v suchých oblastech.

Problémem pro ekonomy je skutečnost, že hodnota nevychází z přímé analýzy trhu, protože pro většinu ekosystémových služeb trhy neexistují. Ekologická ekonomie ale vytvořila takové metody, které velkou část ekosystémových služeb jsou schopny ocenit, i když s nimi není následovně obchodováno na konvenčních trzích (Armsworth et Roughgarden, 2001).

3.7 Přehled základních metod hodnocení

Metod, které se zabývají oceňováním životního prostředí, existuje velké množství a lze je rozdělit do dvou hlavních skupin:

(1) Metody preferenční - sem patří metody, které zjišťují preference respondentů a jejich chování na souvisejících trzích (Hédonická metoda, metoda cestovních nákladů, faktor příjmu, produkční metoda) a metody, které zjišťují preference respondentů přímým dotazováním (metoda podmíněného hodnocení, metoda podmíněného výběru).

(2) Metody expertní - tyto metody se snaží o objektivní zhodnocení kvality ekosystémů, které je nezávislé na tržních preferencích (modifikovaná hesenská metoda hodnocení biotopů, substituční metoda).

Metoda předcházení škod - (Ad 2) ekosystémy poskytují služby, které předcházejí škodám, které by lidská společnost musela v případě jejich absence nahrazovat, tedy platit (Farber et al. 2002).

Substituční metoda - (některými autory uváděná pod názvem metoda stínových projektů) (Ad 2) služby ekosystémů mohou být v některých případech nahrazeny uměle; například samočisticí schopnost mokřadů může být nahrazena čistírnami odpadních vod (Farber et al. 2002).

Metoda analýzy rizika - (Ad 2) na základě analýzy hydrologického modelování pro konkrétní lokalitu vzniká mapa záplavových zón při různě velkých průtocích, jejichž analýzou můžeme zjistit míru rizika zaplavení vyjádřenou finanční hodnotou. Touto metodou můžeme zjistit hodnotu revitalizace toku a jeho nivy nad obcí, která by snížila míru rizika zaplavení. Výhodou této metody je její relativní přesnost, nevýhodou může být její ekonomická náročnost na vytváření modelů (Fošumpaur, 2005).

Faktor příjmu - (Ad 1) přirozené služby ekosystémů zvyšující kvalitu surovin zvyšují kvalitu výrobků a v konečném důsledku i zisky. Například pro potravinářský průmysl je kvalita vstupních surovin zásadní. Pokud jsou potraviny vyrobeny z kvalitních surovin, jsou chutnější, je o ně větší zájem, častěji se kupují (Farber et al. 2002).

Metoda cestovních nákladů - (Ad 1) požadavek po ekosystémových službách může vyžadovat náklady na dopravu, hodnota se odvíjí od ochoty cestujícího platit za cestu na požadované místo. Tato metoda je vhodná ke zjišťování hodnoty (například přírodních) turisticky atraktivních lokalit. Pro určení hodnoty větších krajinných celků je nevhodná. Metoda je náročná na zajištění podkladových dat pro hodnocení (Lambert, 2003).

Hédonická metoda - (Ad 1) hodnota ekosystémových služeb může být vyjádřena ochotou platit za přidružené hodnoty (kvalitu prostředí). To se například projevuje u cen nemovitostí, kdy nemovitost v atraktivnějším prostředí (rozuměj tam, kde jsou ekosystémy v dobrém ekologickém stavu) má vyšší hodnotu než tam, kde jsou narušeny nebo degradovány (Cudlínová, 2006; Farber et al. 2002).

Metoda podmíněného hodnocení - (Ad 1) touto metodou zjišťujeme přímou finanční hodnotu dotazováním, kterou by byli dotázaní ochotni zaplatit za určité ekosystémové služby (nebo akceptovat cenu za jejich poškození), pro které neexistuje reálný ani zástupný trh (například výhled po krajině). Nevýhodou této metody je samotné zjišťování hodnot, kdy je možné názory respondenta ovlivňovat strukturou dotazování, což vede k nadhodnocení či podhodnocení výsledku. Zároveň není jasné, zda by respondent stanovenou finanční částku byl skutečně ochoten zaplatit (Cudlínová, 2006; Daily et al. 2000).

Metoda podmíněného výběru - (Ad 1) touto metodou se zjišťují preference poskytovaných ekosystémových služeb respondentů, kteří se rozhodují mezi scénáři nabízených souborů ekosystémových služeb nebo charakteristik za stanovené odlišné finanční hodnoty. Tato metoda je vhodná při rozhodovacích procesech, kde je ovlivněna veřejnost. Zastupitelstvo města se například rozhoduje, jak naloží s nevyužitým prostorem. Představí varianty řešení veřejnosti a ta na základě hlasování vybere variantu, která nejvíce vyhovuje jejich potřebám (www.ecosystemvaluation.org, 2000).

Metoda přeneseného prospěchu - (Ad 1) zjišťuje ekonomickou hodnotu extrapolací studií, které již byly zpracovány pro jiný případ nebo kontext. Je tedy použitelná pouze pro případy a lokality s obdobnými charakteristikami (Lambert, 2003).

Produkční metoda - (Ad 1) tato metoda zjišťuje ekonomickou hodnotu produktů a služeb ekosystémů (zemědělské produkty, sekvestrace CO₂), které vytvářejí obchodovatelné statky. Tato metoda je relativně málo náročná na získání vstupních dat, je použitelná pouze pro některé služby či statky (Lambert, 2003).

Modifikovaná hesenská metoda hodnocení biotopů - (Ad 2) metoda na základě zjištění přítomných biotopů vybrané lokality, které mají odlišné ekologické charakteristiky, přiřazuje každému biotopu specifický počet bodů v závislosti na velikosti jeho plochy. Pro přiřazení finanční hody biotopu platí, že jeden bod odpovídá průměrné hodnotě 12,36 Kč (Seják et al. 2003).

Tým Roberta Costanzy (1997) spočítal průměrnou hodnotu 17 ekosystémových služeb, kterými přispívají všechny světové ekosystémy lidskému blahobytu. Tato hodnota činí na 33 trilionů dolarů za rok, což byl v té době 1,8násobek světového HDP. Tato studie publikovaná v časopise Nature vyvolala velký rozruch. Někteří ji považovali za významný posun v hodnocení ekosystémových služeb. Toman (1998) argumentuje, že pokud neexistuje společenský konsenzus, jak ekosystémy a jejich změny mají být hodnoceny, je nemožné vytvořit celkovou hodnotu ekosystému výpočtem zpeněžitelného užitku. Proto považuje roční hodnotu 33 trilionů dolarů všech ekosystémů za hrubé podcenění nekonečné hodnoty ekosystémů a jejich procesů.

Někteří autoři se domnívají, že nemožnost stanovení celkové hodnoty ekosystémů, není na škodu. Takové ambice hodnocení ekosystémových služeb ani nemá. Ani ta nejpřesněji spočítaná hodnota nepomůže při definování politických priorit. Souhrnné hodnoty mohou být

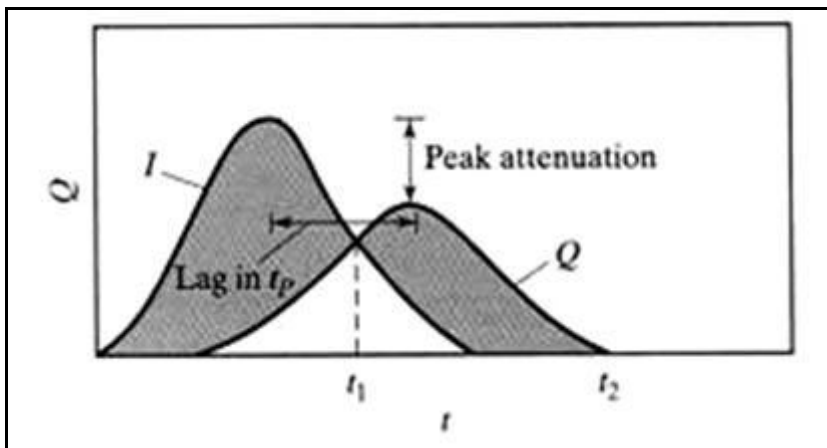
dobrým upozorněním na případné poškození ekosystémů, ale vzhledem k jejich podstatě nedokáží identifikovat priority (Spangenberg et Settele, 2010).

Mnoho ekologů nesouhlasí s ekonomickým ohodnocováním ekosystémů, protože to by mohlo podle nich vést k obchodování ekosystémů za jiné produkty trhu. Na druhou stranu stanovit finanční hodnoty ekosystémových služeb zvyšují veřejné povědomí o vysoké hodnotě přímých i nepřímých užitků z přírody, a tím pomáhají při ochraně přírodních zdrojů (Mitsch et Gosseling, 2000). To je velmi důležité pro změnu chování lidí ve využívání planety. Uvědomování si vysokých hodnot služeb, které nám příroda poskytuje, by mělo více společnost pobízet ke spolupráci s ní. Tím by se naplnily ideály udržitelné budoucnosti společnosti.

4. Retenční útvary a metody

4.1.1. Retenční útvary

Retenční potenciál mají útvary od drobných terénních nerovností až po velké vodní nádrže. Retence je procesem, při kterém dochází k hromadění vody ve vymezeném prostoru (nivy, poldru, mokřadu). Toto hromadění způsobuje tzv. transformaci povodňové vlny, tj. snížení jejího maxima za cenu prodloužení odtokové fáze z retenčního prostoru (viz obr. č. 1). Retence (zdržení) je spojena s dalšími procesy, jako je evapotranspirace a vsaku do podloží. Takové procesy se však výrazně liší u technických a přírodě blízkých retenčních útvarů.



Obr. č. 1: snížení kulminace a prodloužení odtokové fáze z retenčního útvaru, kde Q je průtok, t doba průchodu povodňové vlny, I je velikost povodňové vlny, t_1 čas, kdy dochází k poklesu maxima povodňové vlny a zároveň dochází k odtoku zadržené vody; t_2 , je doba ukončení povodňového stavu (Bedient et Huber, 2002)

Přírodě blízká retenční opatření mají větší podíl intercepce vody na vegetaci, mají větší vsaku vody do půdy a mají zejména větší podíl evapotranspirace. Většinou je přírodě blízký způsob retence spojen s tvorbou či samovolným vznikem mokřadů. Ty se u retenčních útvarů

vyskytují v různé kvantitě a kvalitě. Naopak technickým způsobem retence je myšleno záměrné zadržení vody ve vymezené části objemu útvaru, u nějž jsou vsaky a průsaky technickými částmi objektu (např. hrází) nežádoucí.

4.1.2. Výběr retenčních útvarů

Aby bylo možno retenci vody v krajině kvantifikovat, bylo potřeba vybrat takové útvary, u kterých je možné získat informace o základních technických parametrech týkajících se povrchu a objemu vodního tělesa a o nákladech na jejich výstavbu. Takto definované útvary je možné následovně mezi sebou porovnávat z uvažovaných hledisek (retenční potenciál, náklady na výstavbu, tvorba mokřadů).

Jako zástupce přirozeného retenčního útvaru byl vybrán úsek přírodní nivy menšího toku. V říční nivě dochází k retenci vody na dvou úrovních. Při normálních průtocích, kdy řeka nevybřežuje, dochází k infiltraci vody do půdy, jejíž míra závisí na charakteru půdy a její nasycenosti. Při vyšších průtocích dochází k zaplňování tůní, k plošnému rozlivu, a tím i k transformaci povodňové vlny. Objem úseku nivy odpovídá zatopené ploše při n-leté povodni.

Jako zástupce polopřirozeného retenčního útvaru byla vybrána malá vodní nádrž a poldr. U obou útvarů dochází k různé míře kombinace přírodního a technického způsobu retence vody. Malá vodní nádrž i poldr mají technicky řešenou hráz s propustí a přepadem, kterými může být ovládnán objem zadržované vody. Oba typy mají specificky upravenou oblast zátopy, jejíž různě velkou část může zaujímat plocha (nově vytvořeného) mokřadu.

Představitelem převážně technicky řešeného retenčního útvaru je pro účely této práce velká vodní nádrž, která je terminologicky definována zákonem č. 254/2001 Sb. v pozdějších

úpravách jako přehrada. U přehrad zpravidla nedochází při výstavbě k záměrné tvorbě mokřadů. Jejich výskyt a ekologický stav může být výrazně snižován kolísající hladinou vody při provozních manipulacích objemu vody nádrže. Vsaky do podloží jsou u přehrad malé oproti vsakům u plošných rozlivů v ploché říční nivě. Vsaky jsou z hlediska stability hráze nádrže nežádoucí. Narušení stability by mohlo mít fatální následky pro obce ležící na území pod takovou nádrží.

S vybranými typy retenčních útvarů, včetně revitalizací, pracuji ve své magisterské práci jako s vodohospodářskými stavbami. Před jejich realizací prochází útvar fází, kdy se zpracovávají průzkumy lokálních podmínek ve smyslu zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, mezi něž patří hydrogeologický a biologický průzkum, souhlasy vlastníků území dotčených stavbou, výpis z katastru nemovitostí. Další součástí je příprava návrhu vlastního řešení výstavby, která může obsahovat odhad nákladů na realizaci, který je vyžadován při žádosti na poskytnutí finanční podpory z dotačního titulu. Takto připravené podklady musí schválit dle platného stavebního zákona č. 183/2006 Sb. Stavební úřad, který vydává stavební povolení a zároveň stanoví další podmínky schválení realizace stavby (EIA). Pokud je u stavby uvažováno žádání o finanční dotaci, musí být uvedeno, k jakým účelům má stavba sloužit.

4.1.3. Charakteristika vybraných útvarů

4.1.3.1. Říční niva

Pro účel stanovení hodnoty přirozené retence byla vybrána modelová lokalita úseku přírodní nivy Horní Lužnice mezi silničním mostem obce Nová Ves (147,38 řkm) a silničním mostem u obce Halámky (137,18 řkm). Lužnice v tomto úseku má přirozený charakter. Její tok bohatě meandruje, vyskytují se zde četné tůně a slepá ramena v různém stádiu zazemnění.

Niva byla dříve využívána k pastvě a produkci sena. V současné době na většině svého území sukcesně zarůstá.

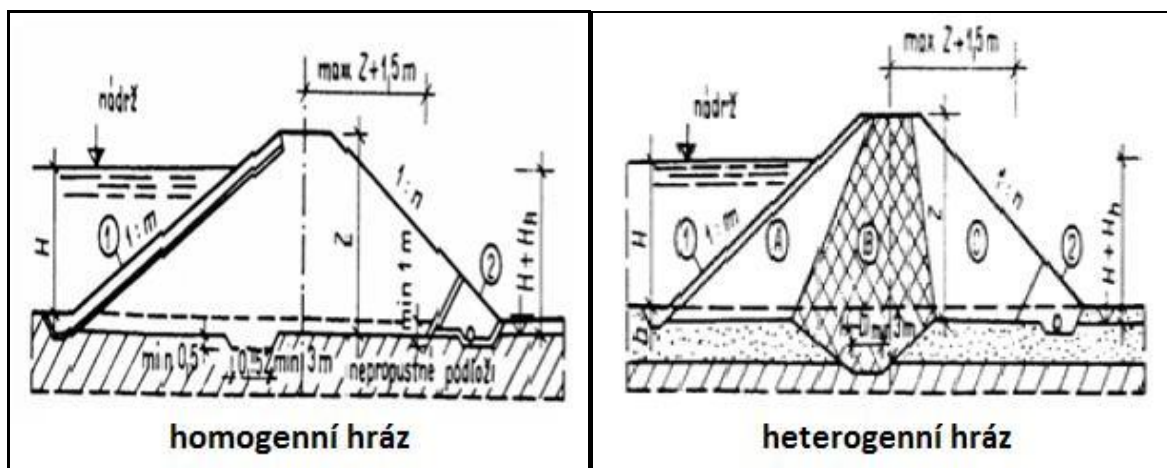
Retenční objem (včetně objemu infiltrované vody do podloží) se u říčních niv, které nemají pevně definované hranice, obtížně zjišťuje. Pro kvantifikaci retence byla použita hodnota efektivního retenčního objemu, která se podílela na transformaci návrhové povodňové vlny s průtokem Q_{100} . Výsledky byly získány hydrologickým modelováním v rámci rozsáhlého projektu NIVA. Použitím simulačního modelu při průchodu stoleté povodně úsekem nivy bylo zjištěno, že je zde při kulminaci zadrženo $3,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ vody při celkové ploše $2,7 \cdot 10^6 \text{ m}^2$ (Weyskrabová, 2009). S jinými, ať už přírodními, či různou měrou ovlivněnými říčními nivami jsem nepochybně nepracoval z důvodu absence dat, které přesněji kvantifikují jejich retenční kapacitu.

4.1.3.2. Malá vodní nádrž

Malá vodní nádrž je z definice retenční útvar do maximálního objemu $2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ vody a do výšky vodního sloupce při výpusti hráze 9 m na pevné dno (Vrána et al. 2009). Takové limity umožňují široké spektrum řešení, kdy konkrétní parametry nádrže by měly odpovídat lokálním podmínkám a účelům, pro které byly postaveny. Výstavba malé vodní nádrže je náročným procesem o mnoha technických specifikacích, které svým objemem informací vydají na celé publikace. Proto použiji pro účely této práce jenom obecný popis vybraných charakteristických prvků.

Nejvýznamnější, nejkomplicovanější a nejdražší částí nádrže je hráz. Hráze jsou obvykle z ekonomických důvodů sypané z místních dostupných materiálů. Podle ukládaných materiálů se dělí na homogenní a heterogenní (viz obr. č. 2). U homogenních hrází, které jsou konstrukčně jednodušší, musí být materiály dostatečně stálé, nepropustné, neobtlačující a

nepraskavé. Pro tento typ hráze je doporučována maximální výška 6 m (Šálek et al. 1989). U heterogenních hrází jsou kombinovány druhy použitých zemin. Mohou být použity i jiné materiály (železobeton, izolační plastové fólie). Hráze mají obvykle lichoběžníkový tvar, jejich mohutnost a délka je přizpůsobena plánovanému objemu v konkrétních terénních podmínkách.

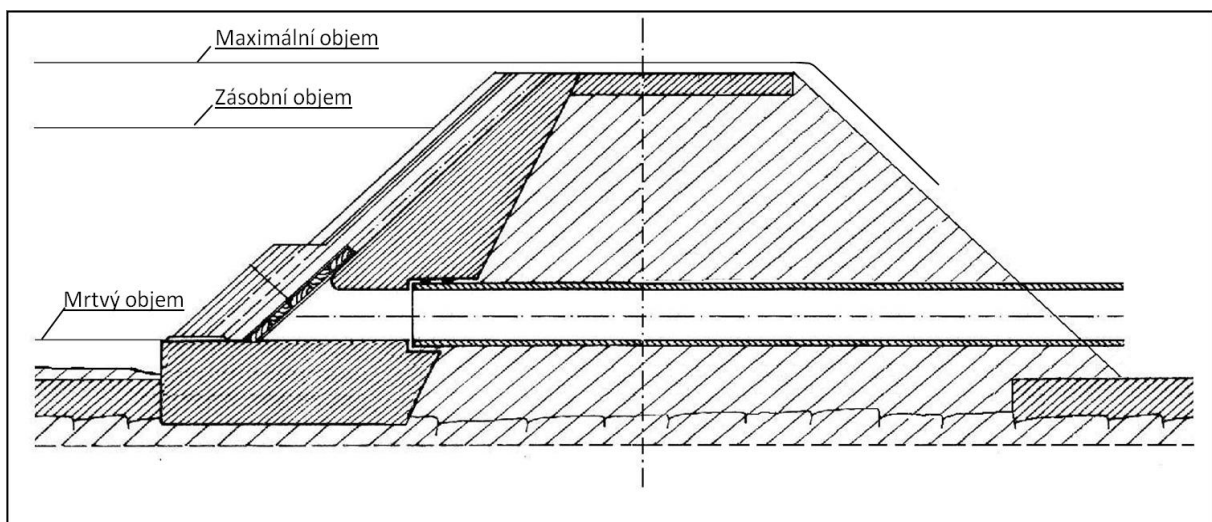


Obr. č. 2: základní typy hrází

Součástí hráze je výpustné zařízení, které slouží jednak k udržení hladiny normálního nadržení na potřebné výši a jednak k řízenému vypuštění nádrže v souladu s požadavky na její funkce. Výpustné zařízení se obvykle situuje do nejnižšího místa u hráze, aby bylo možno vypustit celý objem nádrže. U nádrží o objemu nad 1 mil. m³ se navrhuje 2 výpusti (Vrána et al. 2009).

Pro převedení nadměrných průtoků slouží další technický prvek, kterým je bezpečnostní přeliv. Přelivy jsou různě technicky řešeny (přímé, boční, kašnové, šachtové, sdružené), jejich velikost je dimenzována zpravidla na průtok stoleté povodně, u menších nádrží na padesátiletý.

Objem vodních nádrží členíme dle schématu, které je znázorněno na obrázku č. 3. Maximální objem nádrže je omezen shora výškou přechodně vzduté hladiny a zdola úrovní výpusti. Zásobní objem je shora omezen výškou přepadu přes bezpečnostní přeliv a zdola je omezen úrovní výpusti. Rozdíl maximálního a zásobního objemu tvoří objem retenční, který se uplatňuje při zvýšených (povodňových) průtocích snižováním jejich kulminačního vrcholu. V případě, že výpust není umístěna do nejnižšího bodu nádrže, dochází k zadržování určitého nevypustitelného objemu vody, který plní funkci sedimentační. U malých vodních nádrží, se kterými jsem v diplomové práci pracoval, takový prostor nebyl uváděn. Nebyl proto do kvantifikace retence zahrnut.



Obr. č. 3: Dělení prostoru nádrže

Specificky je upravena i zátoka nádrže. Při výstavbě je odstraněn veškerý vegetační kryt včetně ornice, která by způsobila počáteční hnilobné procesy v objemu vody, které jsou považovány za nežádoucí. Zátoka nádrže je dále v případě půd s vysokou pórovitostí hutněna, za účelem snížení její propustnosti, nebo těsněna jinými způsoby (Šálek et al. 1989).

U některých typů malých vodních nádrží, na jejichž výstavby nebo obnovy byly použity dotační programy Ministerstva životního prostředí, se na základě požadavku Agentury ochrany přírody a krajiny záměrně vytváří plochy mokřadů o velikosti 15 - 20% plochy nádrže umístěné v třetině oblasti přítoku. Mokřadům záměrně vytvořeným u retenčních objektů bude věnována samostatná kapitola. Sukcesí dochází k samovolnému vzniku a rozrůstání ploch mokřadů. Tento aspekt nebyl při vyhodnocování dat uvažován, vycházím pouze z ploch záměrně vytvořených mokřadů.

4.1.3.3. Poldr

Poldr (retenční nádrž, ochranná nádrž) je průtočnou nebo postranní vodohospodářskou stavbou, která je svým technickým uspořádáním stavby podobná malé vodní nádrži. Odlišný je charakter obslužných zařízení (speciální nehrazené výpustné objekty nebo objekty konstantně vypouštěného objemu vody s regulačním zařízením) (Vrána et al. 2009). Oproti malé vodní nádrži má velký retenční objem, který se může rovnat objemu maximálnímu. Poldry slouží zejména k zachycení povodňových průtoků a k transformaci zachycené povodňové vlny, která je již jako neškodný průtok vypouštěna do vodoteče.

U poldrů rozeznáváme dva základní typy:

suchý poldr - oblast zátopy je po většinu své existence prázdná, celý objem slouží k zachycení vody. Zátopa může být po úpravě využívána k zemědělské produkci, zejména k produkci sena z vegetace, která snáší vícedenní zatopení. Od výstaveb suchých poldrů se upouští z důvodů hydrotechnických problémů hráze, která může být střídavým vysycháním a zvlhčením narušena. Při rychlém napouštění poldru může dojít k jejímu protržení (Just, 2003).

polosuchý poldr - v oblasti zátopy je trvalé částečné nadržení vody, které podporuje stabilitu hráze a zároveň podporuje vznik mokřadů. Takové poldry plní funkci vodohospodářskou, případně rekreační a jsou i refugiem biodiverzity.

Novelizovaná ČSN 75 2410 mezi poldry řadí i protierozní nádrže, které snižují podélný sklon údolí, zachycují splaveniny a převádějí část vody infiltrací do podzemních vod (Vrána et al., 2009). Tento typ nádrže však není v souboru mých dat uváděn.

4.1.3.4. Přehrada

Přehrady jsou technicky velmi náročná díla. Dle definice Světové komise pro přehrady (WCD) má přehrada výšku hráze od základů alespoň 15 m. Nádrže, které mají výšku hráze od 5 do 15 m a mají přitom objem větší než $3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, jsou také klasifikovány jako přehrady. Ve srovnání s ostatními retenčními útvary dosahují přehrady výrazně vyšších objemů, které jsou vzhledem ke své velikosti zachyceny na relativně malých plochách. Proto se přehrady pro minimalizaci nákladů a zásahu do krajiny většinou nachází v územích, kde se nachází sevřená údolí. Seznam takových potenciálních lokalit vlastní Ministerstvo zemědělství. Přehrady jsou využívány k zásobě surové vody pro výrobu vody pitné, jsou využity k produkci elektřiny a transformaci povodňových vln, případně k závlahám či nadlepšování průtoků v době sucha.

Přehrady se dělí podle typu hráze na:

tížné - zatížení hydrostatickou silou vody odporují svou vlastní tíhou, u takových přehrad je nezbytné kvalitní pevné podloží

pilířové - statická funkce je obdobná jako u tížné hráze; těleso hráze není plné, stabilita je zajištěna systémem různě tvarovaných pilířů

klenbové - hydrostatické zatížení je přenášeno klenutou hrází do boků údolí svou konstrukcí nebo podpěrami

(hydraulika.fsv.cvut.cz, 2007)

4.2. Metody

4.2.1. Získávání dat, týkajících se parametrů retenčních útvarů včetně nákladů na výstavbu

U všech vybraných typů retenčních útvarů byly zjišťovány parametry, které jsou uvedeny v tabulce č. 2.

Tab. č. 2: Parametry retenčních útvarů

typ		značka	jednotka	poznámka
Obecné	název útvaru	---	---	---
	lokalita	---	---	obec
	název vodního toku	---	---	---
	fáze výstavby	---	---	IZ - R - O
	uvedení do provozu	---	rok	---
Technické	plocha vodní hladiny	S	m ²	---
	plocha mokřadu	S _m	m ²	---
	plocha celková	S _{celk}	m ²	---
	objem maximální	V _{max}	m ³	---
	objem zásobní	V _{zás}	m ³	---
	objem retenční	V _{ret}	m ³	---
	délka toku před revitalizací	---	m	---
	délka toku po revitalizaci	---	m	---
Náklady	celkové náklady (včetně DPH)	---	Kč	---

Vysvětlivky: **IZ**... investiční záměr, **R**... realizace, **O**... obnova

Původně měla být data získávána pro vybraný konkrétní kraj z důvodu podobných klimatických podmínek (teplota, srážky), ekonomických (míra zaměstnanosti, míra prosperity kraje) a kulturních podmínek. Tyto podmínky mohou ovlivňovat výběr, četnost, velikost a

preferenci druhů výstaveb retenčních útvarů. Během tohoto procesu získávání bylo zjištěno, že výsledné množství získaných dat jednotlivých kategorií bude pro statistické zhodnocení nedostatečné. Proto bylo získávání dat rozšířeno na území celé České republiky s vědomím toho, že mi vzrůstá variabilita klimatických, kulturních a ekonomických podmínek. Testování jejich vlivu by však příliš zvýšilo rozsah práce a zřejmě by nebylo možné statistické zpracování z důvodů malého počtu případů. Z těchto důvodů tyto vlivy zanedbávám.

V diplomové práci vycházím z reálných nákladů na výstavbu nebo obnovu. Obnovy retenčních útvarů byly do analýzy zahrnuty z důvodů rozsáhlosti takových úprav, jejichž součástí bývá odtěžení sedimentů, oprava hráze a výpustných zařízení. Takovými obnovami vzniká téměř nový retenční útvar, který se svými náklady blíží nákladům na novou výstavbu útvaru. Celkové náklady, oproti investičním záměrům, zahrnují všechny komplikace vyjádřené jejich finanční hodnotou, které během výstavby mohou nastat. Hodnoty investičního záměru a celkových nákladů se mohou mezi sebou výrazně lišit. Pro účely testování této hypotézy byly získávány hodnoty investičních nákladů a celkových nákladů pro konkrétní projekt. Z důvodu nemožnosti získat dostatek takových párových hodnot nemohla být hypotéza testována.

Při získávání dat bylo třeba také brát ohled na vývoj materiálů, pracovních postupů a dalších ekonomických faktorů. Tuto problematiku mohu demonstrovat na výstavbě přehrad. Uvažuji-li nádrž, která byla uvedena do provozu v roce 1904 (Harcov) a její náklady na výstavbu činily 0,8 miliónu Rakouských korun, budou materiály, délka výstavby, technologie a další faktory výstavby oproti výstavbě nádrže podobné velikosti v současnosti výrazně jiné. K tomu od roku 1904 proběhlo na našem území mnoho historických a z hlediska ekonomie významných událostí. Proběhly dvě světové války, proběhly tři měnové reformy (1919, 1945, 1953), měnilo se uspořádání státu. Takové změny způsobily, že není téměř možné přepočítat

historické hodnoty nákladů na hodnoty současné, aniž by nedošlo při výpočtu k výraznému rozptylu, který by zkresloval hodnotu průměrných nákladů na výstavbu konkrétního typu retenčního útvaru. Proto bylo z tohoto důvodu a na základě konzultace s ekonomickým expertem, od užití dat o nákladech na výstavbu retenčních útvarů dříve postavených upuštěno. Uvažoval jsem o získání současné metodiky na odhad nákladů na výstavbu přehrad, která by byla postavena na současných pracovních postupech a materiálech, podle které by bylo možné ohodnotit stávající přehrady. Takovou metodiku se mi ale nepodařilo získat.

Data, se kterými byly prováděny výpočty, byla získávána z období posledních 12 let, u kterých vědomě zanedbávám vývoj materiálů, pracovních postupů a vývoj finanční náročnosti výstavby. V případě přehrad, u kterých se nezabývám kvantifikací nákladů na retenci založenou na analýze většího souboru dat, používám pouze data o jejich objemech pro účely porovnání retenčního potenciálu s ostatními typy útvarů. Pro porovnání finanční náročnosti výstavby přehrad jsem použil náklady na výstavbu přehrady Slezská Harta a investičního záměru „střední varianty“ Nové Heřminovy, která byla vybrána k realizaci. Vláda ČR uvažovala tři varianty protipovodňové ochrany oblasti horního toku Opavy. První varianta, tzv. nulová, počítala se zachováním stávajícího stavu beze změn. Druhá varianta, tzv. střední, uvažovala výstavbu přehrady o maximálním objemu $16 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ a zatopení části obce Nové Heřminovy. Součástí takového řešení má být soubor přírodně blízkých opatření na toku Opavy. Třetí variantou byla výstavba přehrady o maximálním objemu $36 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, která by vedla k zátopě celé obce Nové Heřminovy. Náklady na realizaci přehrady Slezská Harta zahrnují náklady na kompletní realizaci. V hodnotě plánované výstavby přehrady Nové Heřminovy jsou zahrnuty i odhadnuté náklady na doprovodná opatření (stěhování obyvatel, náhrada obydlí).

4.2.1.1. Oslovené organizace

Data o retenčních útvarech byla získávána formou žádostí o poskytnutí informací ve smyslu zákona č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím, který byl uplatněn u státních organizací. Státní organizace mají povinnost takové informace poskytovat do 15 dnů od podání žádosti (z.č. 106/1999 Sb., §14 (c)). O data jsem také žádal soukromé subjekty, na které se tento zákon nevztahuje. Poměr mezi státními a soukromými organizacemi byl nerovnoměrný. Z hlediska charakteru dat jsem převážně žádal o jejich poskytnutí státní organizace, u nichž jsou taková data hromadně ukládána z důvodu žádostí individuálních žadatelů o přidělení finanční dotace.

Množství uvedených parametrů vzniklé databáze retenčních útvarů ČR bylo poměrně různorodé. Proto jsem se pokusil tuto databázi doplnit užitím internetu. Jako doplňující zdroj byla použita literatura.

Seznam organizací a jejich charakteristika z hlediska požadovaných údajů

Ministerstvo životního prostředí ČR

Žádost o poskytnutí dat ve smyslu zákona 106/1999 Sb. byla odeslána formou písemné žádosti dne 26. 6. 2009. Od podání první žádosti jsem prostřednictvím další korespondence a telefonátů projednával množství a podmínky poskytnutí dat s několika pověřenými zaměstnanci, která bylo nutno získat osobně z projektových dokumentací při návštěvě Ministerstva životního prostředí. Lhůta 15 dní na poskytnutí informací stanovená uvedeným zákonem byla výrazně překročena. Dále jsem ministerstvo žádal formou písemné žádosti dne 1. 2. 2009 o pomoc při řešení problematiky odhadu nákladů na výstavbu velké vodní nádrže ve spojitosti plánované výstavby malé varianty nádrže Nové Heřminovy. Na tuto žádost nebylo odpovězeno.

Státní fond životního prostředí ČR

První žádost byla poslána dne 7. 10. 2009. Po určitém množství telefonátů a opakované specifikaci kvality požadovaných dat (množství uvedených parametrů) mi byla po překročení lhůty na poskytnutí informací zaslána přehledová tabulka realizovaných akcí za neuvedené časové rozpětí v kvalitě dat, kterou nebylo možno pro účely diplomové práce použít. Proto jsem dodatečně žádal o poskytnutí konkrétních parametrů pro vybrané útvary, na což bylo odpovězeno negativně. Proto data z tohoto zdroje nebyla použita.

Agentura ochrany přírody a krajiny ČR

Tuto státní organizaci jsem žádal poprvé o poskytnutí dat písemnou formou dne 23. 5. 2009. Data po zdlouhavém jednání byla získána 30. 11. 2009. Na projekty byly poskytnuty finanční dotace z Programu revitalizace říčních systémů.

V poskytnutých datech poměrně často chyběly požadované parametry retenčních útvarů. Tato skutečnost plynula z důvodu administrativního problému, kdy ke konci platnosti Programu revitalizace říčních systémů byla zavedena databáze, do které měli žadatelé o poskytnutí finanční podpory z tohoto programu povinnost vyplňovat požadované údaje o parametrech staveb. Ing. Koukal (2009, pers. comm.) mne informoval, že absence dat neznamená, že stavba nebyla realizována a naopak, uvedená data u některých akcí neznamenají, že byla skutečně realizována. Kvalita i kvantita poskytnutých dat byla výrazně ovlivněna lidským faktorem. Nevylučuji, že tento faktor mohl ovlivnit i hodnoty, které mohly být různou mírou zaokrouhlovány, čímž by vznikala odchylka zdrojových dat od skutečnosti závislá na individuálním žadateli.

Vzhledem ke zjištěné skutečnosti byla data poskytnutá touto organizací doplňována a ověřována ze zápisů o realizacích jednotlivých obcí z jejich internetových stránek. Ověřování skutečné fáze výstavby bylo prováděno i použitím internetových mapových portálů.

Agentura ochrany přírody a krajiny ČR - pobočka České Budějovice

O data jsem v případě této organizace žádal osobně. Bylo mi umožněno data získat z projektových dokumentací jednotlivých staveb. Žádost byla vyřízena v rámci stanovené lhůty.

Ministerstvo zemědělství ČR

Data pro diplomovou práci jsem získal z veřejně přístupných internetových stránek.

Zemědělská vodohospodářská správa - pobočka Český Krumlov

Žádost o poskytnutí dat byla vyřízena prostřednictvím telefonátu v roce 2009. Vzhledem k časovému vytížení pracoviště byla data získána osobně z projektových dokumentací. Některé výstavby retenčních útvarů nebylo z důvodů jejich technických řešení možno považovat za přínosná lokálnímu vodnímu režimu, proto jsem je do databáze retenčních útvarů diplomové práce nezařadil. Jednalo se o realizaci plošné meliorace na horské zamokřené louce, jejíž součástí byla postavená malá vodní nádrž. Do databáze jsem nezařazoval obnovy meliorací drobných vodních toků.

Povodí Labe, s. p., Povodí Moravy, s. p., Povodí Ohře, s. p., Povodí Vltavy, s. p.

Vybrané správy povodí ČR jsem v průběhu října 2009 žádal o poskytnutí informací o nákladech na výstavbu přehrad. Pokud byla data poskytnuta, byly náklady často dílčí (hráz). V případě, že bych uvažoval přepočtení jejich historických nákladů do současnosti, nebyly by

zmíněné částečné náklady na výstavbu dostačující. Získané informace jsem nemohl použít (viz kapitola 4.2.1.).

Rybářství Hluboká, a. s.

Data byla společností ochotně poskytnuta do týdne od podání žádosti v prvním pololetí roku 2009. Nebyla však z důvodu stáří výstavby útvarů a absence informací o nákladech na výstavbu použita.

Rybářství Třeboň, a. s.

Společnost Rybářství Třeboň, a. s. jsem dvakrát písemně žádal o data ke konci října roku 2009, na žádosti nebylo ale odpovězeno.

Atelier Fontes, a. s.

Společnost jsem žádal o data formou písemné žádosti dne 22. 6. 2009. Data byla osobně získána z projektových dokumentací dne 14. 7. 2009.

Pöyry Environment, a. s.

Společnost Pöyry Environment, a. s. jsem žádal písemnou formou o pomoc při řešení problematiky odhadu nákladů na výstavbu velkých vodních nádrží dne 2. 2. 2009. Na žádost nebylo odpovězeno.

Algoman, a. s.

Společnost Algoman, a. s. zaměstnávala v době podání žádosti projektanty, kteří se podíleli na výstavbě přehrady Slezská Harta. Proto jsem písemnou formou požádal dne 25. 1.

2009 o pomoc při řešení problematiky odhadu nákladů na výstavbu podobných nádrží. V odpovědi dne 2. 2. 2009 jsem byl odkázán na jinou společnost, kterou jsem neoslovil.

4.2.1.2. Dotační programy

Na realizaci staveb, které byly použity v diplomové práci, byly čerpány dotace z těchto dotačních titulů:

Operační program Životního prostředí

Tento Operační program je určen pro účely ochrany a zlepšování kvality životního prostředí s ohledem na princip udržitelného rozvoje s ohledem na strategické cíle ČR pro období 2007 - 2013. Tento operační program předpokládá čerpání finančních zdrojů z Evropského fondu pro regionální rozvoj a prostředků Fondu soudržnosti. Žadatelem o dotaci může být fyzická nebo právnická osoba, obec, kraje, neziskové organizace, správci vodních toků, příspěvkové organizace, atd. (MŽP, 2008). Podmínkou doporučení revitalizační akce Agenturou ochrany přírody a krajiny k realizaci a čerpání dotace jsou náklady vynaložené na jednotku objemu či plochy, které dosahují maximálně hodnot, které jsou uvedeny v přehledu tzv. Nákladů obvyklých opatření. Tento přehled je rozdělen do několika kategorií, z nichž jedna kategorie se týká vodních ekosystémů.

Program revitalizace říčních systémů

Tento program byl zahájen v roce 1991 Ministerstvem životního prostředí. Cílem programu je podpora obnovy přírodního prostředí i zdrojů užívaných člověkem. Podpora programu je zejména směřována na revitalizaci přirozených funkcí toků, na zakládání a revitalizaci prvků ÚSES vázaných na vodní režim. Program je dále určen pro odstraňování příčných překážek ve vodním toku a na obnovu retenčních schopností krajiny spojené

s řešením odkanalizování toků a jejich čištění. Žadatelem může být vlastník nebo nájemce pozemku či vodohospodářské stavby, na nichž má být revitalizace provedena. V případě, že revitalizaci uvažuje provést nájemce, potřebuje pro čerpání dotace písemný souhlas majitele pozemku či vodohospodářské stavby. Dále jím může být správce toku, obec, spolek obcí, státní nebo neziskové organizace, akciová společnost vodovodů a kanalizací (MŽP, 2008). Komplexní problematika revitalizace toků je pro žadatele často natolik obtížná, že bývá před záměry revitalizací toků dána přednost revitalizaci kratšího úseku toku spojené s výstavbou malé vodní nádrže. Stimulem pro takové projekty bývá z hlediska žadatele uvažovaná možnost využívání vzniklé malé vodní nádrže k osobnímu zisku, například z rekreace a chovu ryb. Chov ryb, pokud je povolen, je u revitalizačních objektů stanoven jako extenzivní kvůli možnému zhoršení kvality vody při chovu rybí obsádky, kdy by revitalizační efekt do jisté míry byl znehodnocen. V této souvislosti někteří odborníci mluví až o zneužívání tohoto dotačního programu, který vznikl zejména za účelem revitalizace říční sítě (Stejskal, 2003).

4.2.2. Zpracování dat

4.2.2.1. Výpočet nákladů na jednotku objemu retence vody

Analýza efektivity nákladů je nejznámější a nejpoužívanější metodou prováděnou při poskytování podpor z veřejných rozpočtů. Nejjednodušším způsobem je posouzení investičních nákladů variant řešení jednoho problému (typu stavby). U takového posouzení platí, že při dodržení požadavků na stavbu je z hlediska financí nejvíce efektivní to řešení, které je logicky nejlevnější (Kender, 2000).

Druhou užívanou metodou je posouzení investičních a provozních nákladů včetně uvažovaného vlivu faktoru času. Prokazuje se, že rozhodující jsou i provozní náklady na údržbu stavby. V případě, že by uvažovaná řešení výstaveb stejného typu nádrže různými

dodavatelé měly stejnou hodnotu nákladů, bude z hlediska efektivity výhodnější varianta s nižšími nároky na údržbu a nižšími provozními náklady (Kender, 2000).

V této práci byla zvolena metoda posuzování efektivity z hlediska celkových investičních nákladů z důvodů problematického získávání dat o provozních nákladech na údržbu vybraných typů útvarů.

Obecně platí, že s rostoucím objemem nádrže na zadržený 1 m³ vody náklady klesají (Šálek et al. 1989).

U malých vodních nádrží byly celkové náklady (včetně DPH) vztaženy k hodnotám zásobního objemu. Takto vypočtená hodnota (Kč.m⁻³) se používá při výpočtu odhadu celkových nákladů na jejich výstavbu (Šálek et al. 1989). Pro porovnání nákladů na zadržení objemu vody v celkovém prostoru nádrže mezi vybranými retenčními typy útvarů byly vztaženy celkové náklady k maximálnímu objemu nádrží.

Pro zjištění nákladů na zadržení vody poldrem byly vztaženy celkové náklady (včetně DPH) k maximálnímu objemu.

Pro zjištění nákladů na zadržení vody vybranými přehradami jsem vztáhnul hodnoty celkových nákladů k hodnotám maximálního a zásobního objemu. Pro odhady celkových nákladů na výstavbu přehrady se používají náklady na zadržení 1 m³ vody v maximálním objemu (Pöyry Environment, 2007).

Dalším použitým způsobem vyjádření efektivity byl vztah celkových nákladů k hodnotě retenčního objemu útvaru. Z vypočítané hodnoty není možné reálně usuzovat o nákladech na zadržení objemu vody určitým typem retenčního útvaru. Tato hodnota je zajímavá v případě posuzování efektivity vynaložených financí na stavbu retenčního útvaru v rámci některého z

dotačních krajinotvorných titulů, u něž byl uveden protipovodňový účel stavby. Platí, že čím větší retenční objem, tím je výstavba útvaru z hlediska financí efektivnější.

4.2.2.2. Výpočet nákladů na vytvoření jednotky plochy mokřadu

V rámci realizací výstaveb nebo obnov vybraných retenčních útvarů dochází obvykle k tvorbě nebo obnově ploch mokřadů. Vzhledem k tomu, že náklady na jejich realizaci byly připočítány do celkových nákladů a nebylo možno tyto náklady ze získaných dat od oslovených subjektů oddělit, byly náklady na jejich realizaci přepočteny vztahem celkových nákladů k procentuálnímu poměru plochy mokřadu k vodní hladině. Získaná hodnota bude pravděpodobně nadhodnocená.

4.2.2.3. Přepočet hodnot nákladů na zvolenou cenovou hladinu

Hodnoty celkových nákladů na výstavbu jednotlivých útvarů, protože byly postaveny v různých letech, bylo třeba přepočítat na současnou cenovou hladinu. To bylo provedeno kvalifikovaným odhadem pomocí indexů míry inflace vyjádřených meziročním přírůstkem průměrných spotřebitelských cen (tab. č. 3). Tato hodnota vyjadřuje procentní změnu průměrné cenové hladiny za dvanáct posledních měsíců proti průměru dvanácti předchozích měsíců (czso.cz). Vypočtené hodnoty nákladů na retenci 1m³ vody u vybraných retenčních útvarů jsem přepočítal k cenové hladině roku 2009.

Tab. č. 3: Přehled indexů míry inflace vyjádřených průměrným meziročním přírůstkem spotřebitelských cen

rok	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
inflace [%]	2,1	3,9	4,7	1,8	0,1	2,8	1,9	2,5	2,8	6,3	1,0

4.2.2.4. Hodnota přirozené retence v říční nivě vyjádřená substituční metodou

Ocenění ekosystémových funkcí a služeb je možné provést množstvím metod a jejich derivací. Pro účely diplomové práce jsem použil substituční metodu, jejímž smyslem je vyjádření, jaké množství financí (a lidského úsilí) by bylo třeba vynaložit například na retenci vody v krajině umělým způsobem.

O ocenění jsem se pokusil na příkladu konkrétního typu mokřadu, kterým je říční niva. Pro modelový úsek říční nivy jsem použil hodnoty úseku nivy Lužnice.

U mnoha typů úprav vodních toků lze relativně snadno stanovit náklady stavby (objemy odtěžené půdy, pořizovací náklady, náklady na výkup pozemků, náklady na stavbou vyvolané investice) (Kender, 2000). Ekologická hodnota těchto úprav je ale poměrně obtížně zjistitelná a neexistuje pro ni jednotná metodika. V diplomové práci jsem vycházel z revitalizací toků a přilehlých niv. Principem revitalizací je z nevhodně technicky upravených částí toků lidským úsilím, s pomocí samovolných přírodních procesů, přírodě blízkou nivu (vodní tok, mokřad) znovu vytvořit. Celkové náklady jsem vztáhnul k ploše revitalizace. Takto získané náklady na vytvoření jednotky plochy mokřadního biotopu byly použity na vyčíslení hodnoty modelového úseku nivy. Získám tím informaci, jaké by byly vynaloženy celkové náklady na vytvoření přírodě blízké nivy řeky. Ve zjištěné hodnotě nákladů na revitalizaci 1m^2 není uvažována diverzita mokřadů, jejíž ekonomický vliv by bylo nutno nejdříve ocenit, což ze získaných dat nebylo možné.

Pro vyjádření hodnoty efektivní přirozené retence modelové nivy ($3,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) substitucí jsem použil průměrnou hodnotu nákladů na zadržení 1m^3 vody malou vodní nádrží v zásobním objemu. Pro substituci přirozené retence nivy poldrem a přehradou jsem použil průměrnou hodnotu nákladů na zadržení 1m^3 v maximálním objemu poldru a hodnotu

nákladů pro stejný typ objemu přehrady (VD Nové Heřminovy). Takto získané hodnoty mohou následovně vztáhnout na plochu modelové lokality, čímž získám hodnotu protipovodňové ochrany na jednotku její plochy.

4.2.2.5. Hodnota říční nivy vyjádřená produkční metodou

V současné době jsou říční nivy často využívány k produkci zemědělských plodin. Tato metoda vyjadřuje hodnotu území na základě finančního zisku z jejího zemědělského využití. Uvažuji, že modelová niva byla již dříve upravena právě k takovému využívání, proto náklady na její melioraci do celkových investic nezahrnuji. Na modelovém území byla vyseta pšenice ozimá, která má v době sklizně určitý výnos, který je zpeněžitelný. Teoretickým prodejem výnosu získám peněžní hodnotu, od které odečtu náklady na přípravu lokality (orba) a náklady provozní. Takovým rozdílem hodnot získám finanční hodnotu zisku z produkce užívání lokality o definované ploše. Pro kalkulaci jsem použil hodnoty Výzkumného ústavu zemědělské techniky z roku 2006. Do nákladů na 1 ha produkce pšenice ozimé jsou započítány náklady na osivo a průmyslová hnojiva. Je sem započítána i práce (mechanizovaná, lidská), nájem půdy, daně, odpisy strojů, úroky z úvěrů a režie. Celkové náklady na produkci 1 ha odpovídají hodnotě 12034 Kč. V tabulce hodnot byl uveden průměrný výnos 4 tuny zrna a 4,5 tuny slámy na 1 ha pole (Kovářová, 2006). V této kalkulaci předpokládám, že pro větší užitek byla sláma prodána.

Státní intervenční zemědělský fond stanovil cenu zrna v roce 2006 na 3126 Kč.t⁻¹ (agroporadenstvi.cz). Finanční hodnota slámy, která je považována za vedlejší produkt, má různou hodnotu závislou na jejím zpracování. Její hodnota byla získána průměrem ze studií produkce zemědělských družstev stejného roku 2006, její hodnota odpovídala 250 Kč.t⁻¹.

4.2.2.6. Hodnota říční nivy vyjádřená modifikovanou hesenskou metodou

Přístup modifikované hesenské metody je založen na vyjádření kombinace ekologických přínosů a nákladů na revitalizaci příslušných biotopů. Seznam těchto biotopů se nachází v Katalogu biotopů ČR. Hesenská metoda zároveň vyjadřuje hodnotu bodu v peněžních jednotkách podle velikosti průměrných národních nákladů nutných na dosažení přírůstku jednoho bodu kvality přírody a krajiny. Hodnota jednoho peněžního bodu byla vyčíslena na 12,36 Kč (Seják et al. 2003). Nespornou výhodou této metody je možnost sčítat a přímo porovnávat výsledné hodnoty s ostatními ekonomickými ukazateli.

Metoda u vybraného biotopu hodnotí celkem 8 ekonomických a ekologických charakteristik, kterým přiřazuje hodnotu 1 až 6 (6 je maximum). Následovně hodnoty dvou po sobě jdoucích čtveřic sečte a mezi sebou vynásobí. Takovému počtu získaných bodů se přiřadí peněžní hodnota 12,36 Kč pro výpočet hodnoty 1m² biotopu.

Charakteristiky biotopu:

- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| - zralost typu biotopu | - vzácnost typu biotopu |
| - přirozenost typu biotopu | - vzácnost druhů typu biotopu |
| - diverzita struktur biotopu | - citlivost typu biotopu |
| - diverzita druhů | - ohrožení typu biotopu |

Zpřesnění metody tímto způsobem by vyžadovalo osobní návštěvu a mapování lokalit. Pro tuto práci používám pouze průměrné hodnoty biotopů pro jednotku plochy mokřadu a vodní plochy (viz tab. č. 4). Tyto hodnoty byly vynásobeny odpovídajícími plochami u malé vodní nádrže, poldru a revitalizace a váženým průměrem byla zjištěna přibližná hodnota plochy 1m² mokřadního biotopu.

Tuto metodu jsem použil i pro ohodnocení varianty využití modelové lokality k produkci pšenice ozimé. Pro tuto kategorii biotopu odpovídá hodnota 10 bodům a 124 Kč.m⁻² plochy.

Tab. č. 4: Průměrné hodnoty mokřadních a vodních biotopů

Land cover	body	Kč.m ⁻²	
	průměr	ekologická fce	ekonomická fce
Mokřiny a močály	50	620	0,7
Vodní plochy	57	707	7

(Seják et al. 2003)

4.2.2.7. Testování hypotéz

Hypotézy:

- 1, Náklady na 1 m³ zadržené vody s rostoucím objemem u vybraných retenčních útvarů klesají.
- 2, Náklady na 1 m³ zadržené vody se mezi vybranými retenčními útvary liší.
- 3, Náklady na obnovy vybraných retenčních útvarů jsou nižší než na výstavbu útvarů nových.
- 4, Hodnota ekosystémové služby produkce zemědělské plodiny vztažená na jednotku plochy modelové říční nivy je nižší než hodnota ekosystémové služby protipovodňové ochrany.
- 5, Státní organizace, vzhledem ke své povinnosti plynoucí ze zákona č. 106/1999 Sb., poskytují data rychleji, ochotněji a ve vyšší kvalitě než organizace soukromé.

Tyto hypotézy byly potvrzeny nebo naopak vyvráceny na základě výpočtů a použitím softwaru Statistica 9.0.

4.2.2.8. Srovnání výsledků s oficiálně používanými ceníky nákladů na retenci

Na základě vypočítaných hodnot na retenci vody vybranými typy retenčních útvarů a tvorbu mokřadů zvolenými metodami byly výsledné hodnoty porovnány s přehledem nákladů obvyklých opatření. Tento „ceník“ slouží Agentuře ochrany přírody a krajiny při rozhodování o udělení finanční podpory z operačního programu Životní prostředí. V tomto přehledu jsou stanoveny horní hranice nákladů na jednotky plochy (objemy) nádrží a mokřadů, kdy je ještě investiční záměr doporučen k poskytnutí finanční podpory.

Výsledky byly také porovnány s ceníkem sazeb společnosti Pöyry Environment, který vznikl pro účely Studie protipovodňových opatření na území Jihomoravského Kraje v roce 2007 na základě objednávky Krajem. Cílem tohoto porovnání mělo být ověření hypotézy, že se výsledky této práce budou od hodnot ceníků výrazně lišit.

5. Výsledky

5.1. Retenční potenciál vybraných útvarů

5.1.1. Malá vodní nádrž

Pro zhodnocení retenčních charakteristik malé vodní nádrže bylo použito celkem 65 staveb, z toho bylo 25 nádrží obnovených a 40 nově postavených. V tabulce č. 5 se nachází hodnoty maximálních objemů, kde se v prvním sloupci nachází rozsahy minimálních a maximálních hodnot tohoto typu objemu. Dále se zde nachází průměrné hodnoty, mediány a směrodatné odchylky jak pro obnovy, tak pro nové výstavby a pro malou vodní nádrž jako takovou. Z výčtu hodnot vyplývá, že variabilita velikostí malých vodních nádrží o průměrném maximálním objemu 48600m³ je velká. Hodnoty retenčních objemů se nachází v následující tabulce č. 6, ve které jsou uvedeny průměrné procentuální hodnoty, jaké zaujímá retenční

objem vzhledem k objemu maximálnímu. Dále jsou zde uvedeny rozsahy hodnot retenčních objemů, průměrné hodnoty, mediány, směrodatné odchylky a souhrnné hodnoty pro retenční objem malé vodní nádrže. Z hodnot vyplývá, že byly obnovovány častěji větší vodní nádrže a nově stavěny nádrže menších velikostí, jejichž velikost vymezeného prostoru k retenci byl poměrně vyrovnaný. Grafické zhodnocení retenčního potenciálu se nachází v grafu č. 1.

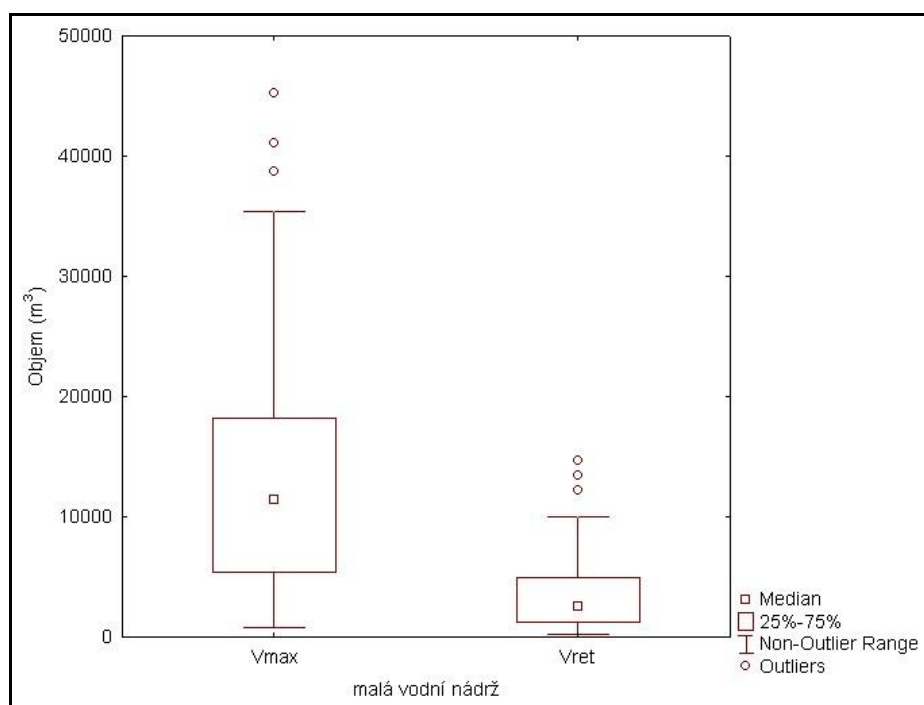
Tab. č. 5: Srovnání maximálních objemů nových výstaveb a obnov malých vodních nádrží

MVN	V_{\max} [m ³]	průměr V_{\max} [m ³]	medián V_{\max} [m ³]	S. D. V_{\max} [m ³]
realizace	832 - 163 400	23 900	11 700	33 700
obnovy	2 062 - 1 746 000	90 800	13 600	353 300
celkem	832 - 1 746 000	48 600	12 600	214 300

Tab. č. 6: Srovnání retenčních objemů nových výstaveb a obnov malých vodních nádrží

MVN	V_{ret} [%]	V_{ret} [m ³]	průměr V_{ret} [m ³]	medián V_{ret} [m ³]	S. D. V_{ret} [m ³]
realizace	31	351 - 38 300	7 800	3 200	10 900
obnovy	28	220 - 715 900	34 900	3 000	145 200
celkem	30	220 - 715 900	17 800	3 100	87 800

Z grafického srovnání č. 1 je patrné, že malé vodní nádrže mají vzhledem ke svému maximálnímu objemu relativně malý prostor vymezený k retenci, jehož průměrná hodnota odpovídá 30 %.



Graf č. 1: Srovnání retenčního potenciálu výběru malých vodních nádrží

5.1.2. Poldr

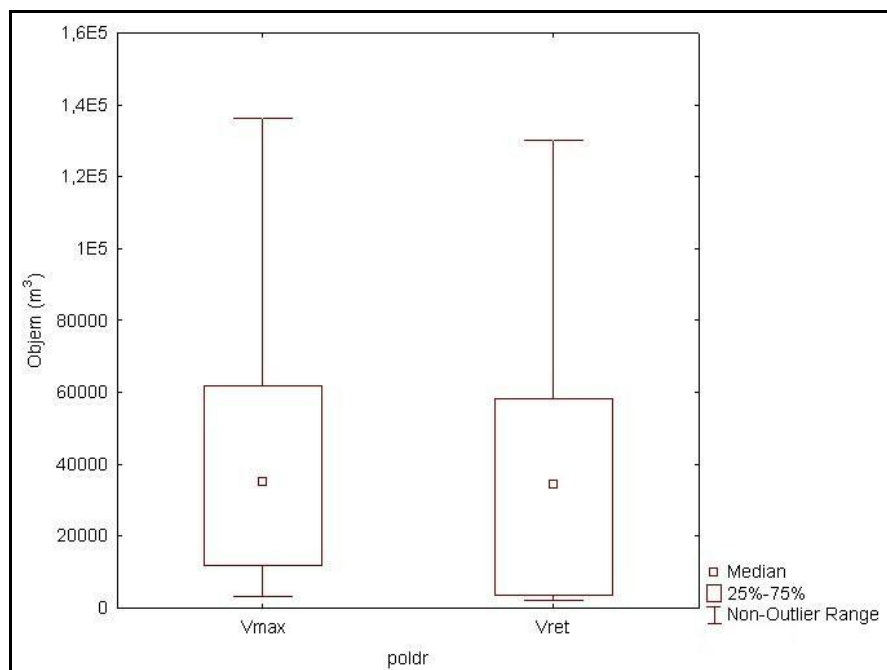
Ve výběru dominoval typ poldru s alespoň částečným nadržением vody. Pro kvantifikaci retenčních potenciálů poldrů byla využita data 28 nových výstaveb, data o obnovách poldrů nebyla získána. Hodnoty maximálních a retenčních objemů jsou uvedeny v tabulce č. 7.

Tab. č. 7: Maximální a retenční objemy poldrů

POLDR	V_{\max} [m ³]	průměr V_{\max} [m ³]	medián V_{\max} [m ³]	S. D. V_{\max} [m ³]
		3 090 - 5 900 000	368 700	47 000
V _{ret} [%]	V_{ret} [m ³]	průměr V_{ret} [m ³]	medián V_{ret} [m ³]	S. D. V_{ret} [m ³]
	77	2 164 - 5 900 000	362 400	47 000

Výsledné hodnoty směrodatných odchylek charakterizující oba prostory nádrží jsou výrazně větší než u předchozích malých vodních nádrží. Z tohoto výsledku lze soudit, že variabilita velikostí objemů malých vodních nádrží v krajině je menší než u poldrů. Grafické

srovnání retenčních schopností poldrů se nachází v grafu č. 2, ze kterého je zřejmá velká retenční kapacita poldrů, jejíž průměrná hodnota odpovídala 77 % objemu maximálního.



Graf č. 2: Srovnání retenčních schopností poldrů

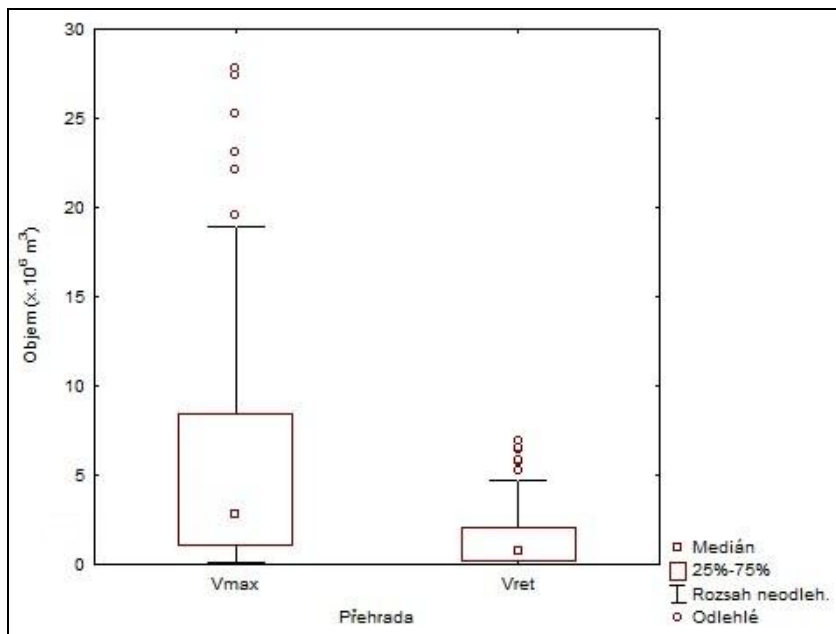
5.1.3. Přehrada

Pro analýzu retenčních schopností bylo použito 86 přehrad ze všech povodí ČR. Spočítané hodnoty rozsahu, průměrné hodnoty, mediánu a směrodatné odchylky maximálních a retenčních objemů jsou uvedeny v tabulce č. 8.

Tab. 8: Maximální objemy vybraných přehrad

PŘEHRADA	V_{\max} [m ³]	průměr V_{\max} [m ³]	medián V_{\max} [m ³]	S. D. V_{\max} [m ³]
	120 000 - 7,2.10 ⁸	35 495 000	4 510 500	644 800
V_{ret} [%]	V_{ret} [m ³]	průměr V_{ret} [m ³]	medián V_{ret} [m ³]	S. D. V_{ret} [m ³]
28	32 000 - 2,46.10 ⁸	6 867 200	1 229 500	27 520 500

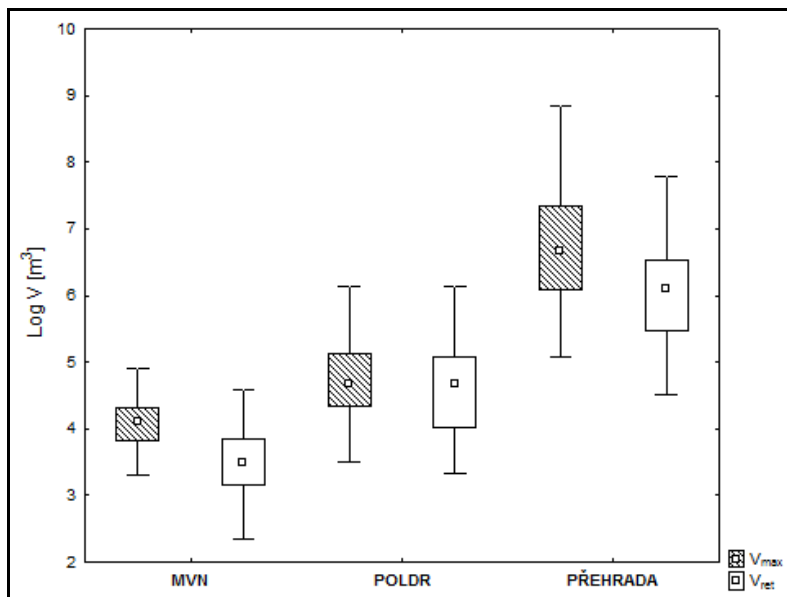
Grafické srovnání rozsahů maximálních a retenčních objemů se nachází v následujícím grafu č. 3.



Graf č. 3: Srovnání retenčního potenciálu přehrad

Přehrady mají vzhledem ke svému celkovému objemu o rozsahu $1,2 \cdot 10^5$ až $7,2 \cdot 10^8 \text{ m}^3$ relativně malý retenční objem, který zaujímá přibližně 28 % jejich celkového prostoru nádrže. Jeho hodnoty se přesto pohybují v řádech milionů metrů krychlových.

Pro celkové srovnání schopností retence malé vodní nádrže o průměrném 30% retenčním objemu, poldru o průměrném 70% retenčním objemu a přehrady o průměrném 28% retenčním objemu byl vytvořen graf č. 4, kde jsou hodnoty objemů logaritmovány.



Graf č. 4: Srovnání logaritmovaných hodnot maximálních objemů vybraných útvarů

5.2. Náklady na retenci vody vybranými typy útvarů

5.2.1. Malá vodní nádrž

Vztažením celkových investičních nákladů k jednotlivým objemům 65 malých vodních nádrží (25 obnov, 40 nových výstaveb) byly spočítány průměrné náklady na zadržení 1m^3 , které jsou uvedeny v následujících tabulkách č. 9 - 11. Z průměrných hodnot plyne, že náklady na zadržení 1m^3 v zásobním objemu malé vodní nádrže odpovídají přibližně hodnotě $442\text{Kč}\cdot\text{m}^{-3}$. Náklady na zadržení 1m^3 v maximálním objemu odpovídá průměrné hodnotě $303\text{Kč}\cdot\text{m}^{-3}$. V posledním zvýrazněném řádku všech tabulek se nachází celkové rozsahy hodnot a celkové průměrné hodnoty jednotlivých ukazatelů odpovídajících konkrétnímu typu objemu prostoru nádrže. Z hodnot tabulek nákladů na zadržení vody v objemu maximálním a zásobním plyne, že se obnovy od nových výstaveb svou finanční náročností na zadržený 1m^3 při zohlednění velikosti směrodatné odchylky výrazně nelišily.

Tab. č. 9: Náklady na zadržení vody v zásobním objemu

MVN	$V_{z\acute{a}s}$ [Kč.m ⁻³]	průměr $V_{z\acute{a}s}$ [Kč.m ⁻³]	medián $V_{z\acute{a}s}$ [Kč.m ⁻³]	S. D. $V_{z\acute{a}s}$ [Kč.m ⁻³]
realizace	81 - 1 923	455	398	324
obnovy	1 - 1 150	420	427	238
celkem	1 - 1 923	442	399	296

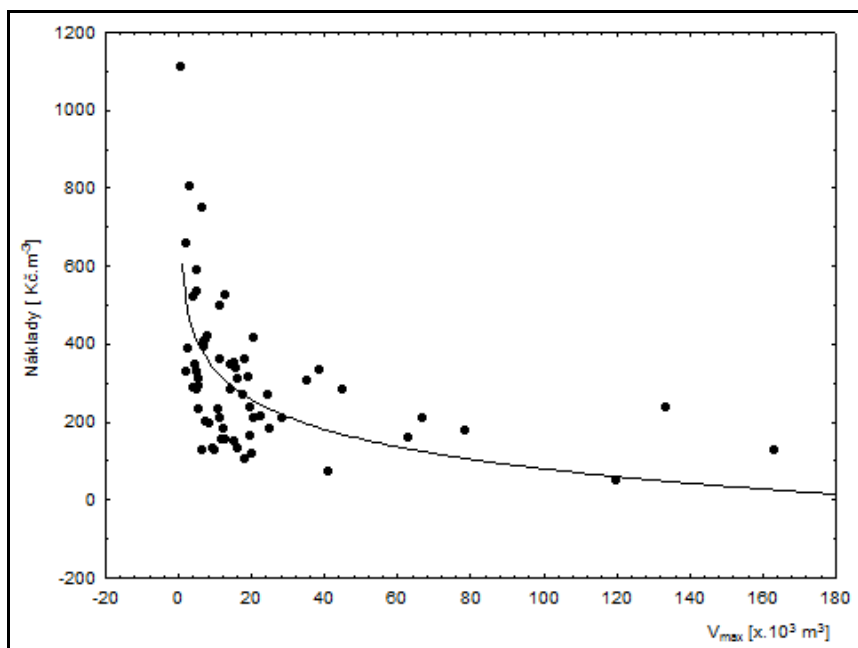
Tab. č. 10: Náklady na zadržení vody v maximálním objemu

MVN	V_{max} [Kč.m ⁻³]	průměr V_{max} [Kč.m ⁻³]	medián V_{max} [Kč.m ⁻³]	S. D. V_{max} [Kč.m ⁻³]
realizace	70 - 1 112	301	237	104
obnovy	0,5 - 805	303	286	198
celkem	0,5 - 1 112	303	283	188

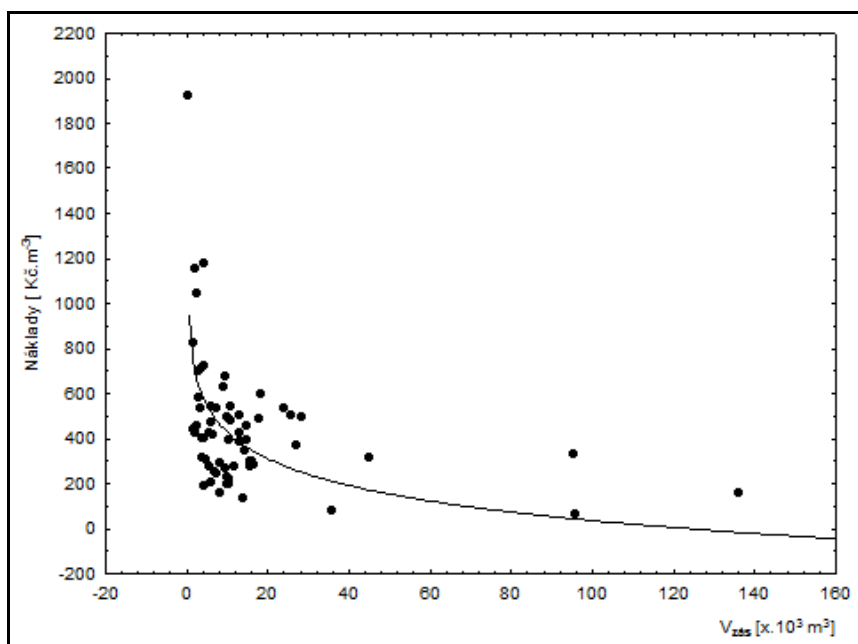
Tab. č. 11: Náklady na zadržení vody v retenčním objemu

MVN	V_{ret} [Kč.m ⁻³]	průměr V_{ret} [Kč.m ⁻³]	medián V_{ret} [Kč.m ⁻³]	S. D. V_{ret} [Kč.m ⁻³]
realizace	276 - 6 788	1 167	735	1 232
obnovy	1 - 4 273	1 548	1 066	1 060
celkem	1 - 6 788	1 336	878	1 194

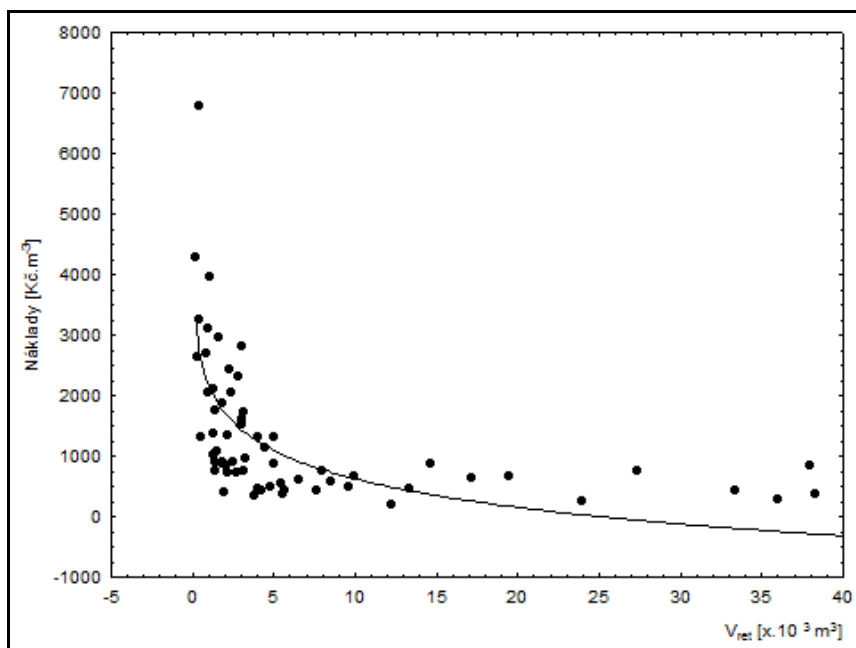
Výpočty bylo zjištěno, že náklady na zadržení 1m³ v objemu maximálním, zásobním a retenčním s rostoucím objemem klesají s logaritmickým trendem. Tuto korelaci jsem testoval pomocí programu Statistica u souboru obnov a nových výstaveb nádrží pro každý typ objemu (graf č. 5 - 7). Korelace pro maximální, zásobní i retenční objem vyšly průkazně (viz tab. č. 12).



Graf č. 5: Korelace nákladů na zadržený 1m³ v maximálním objemu



Graf č. 6: Korelace nákladů na zadržený 1m³ v zásobním objemu



Graf č. 7: Korelace nákladů na zadržení 1m^3 v retenčním objemu

Tab. č. 12: Výsledky korelačních hodnot

	r	p	n
V_{\max}	-0,3527	0,0043	65
$V_{\text{zás}}$	-0,3033	0,0148	65
V_{ret}	-0,4055	0,0009	65

Z grafů je s rostoucím objemem patrný rychlý pokles nákladů na retenci. Je zajímavé, že tyto náklady se mohou u menších vodních nádrží lišit i v násobcích.

5.2.2 Poldr

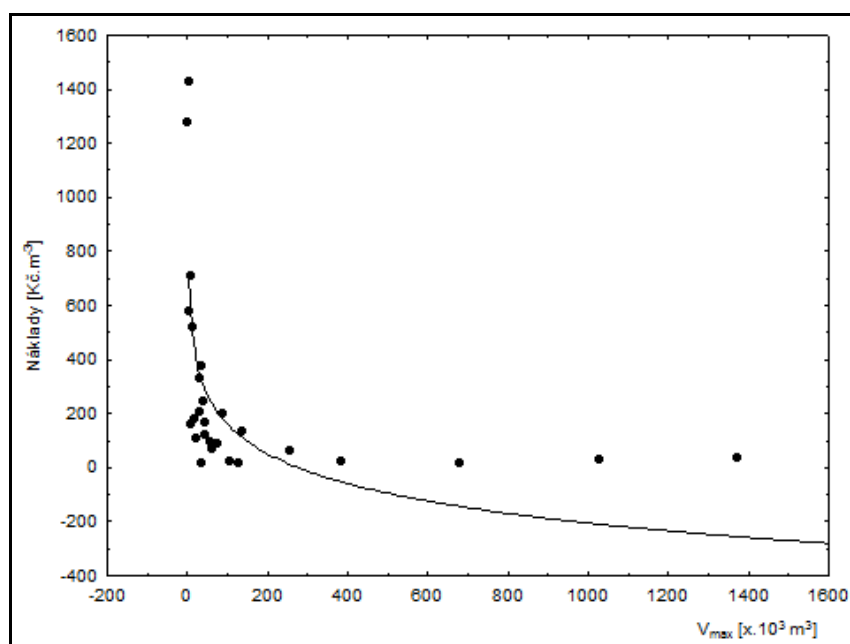
Z celkových investičních nákladů na výstavbu 28 poldrů, jejichž hodnoty byly vztaženy k jednotlivým typům objemů, byly spočítány náklady na zadržení objemu 1m^3 a hodnoty ukazatelů, které se nachází v tabulce č. 13.

Tab. č. 13: Náklady na zadržení vody v jednotlivých typech objemů poldru

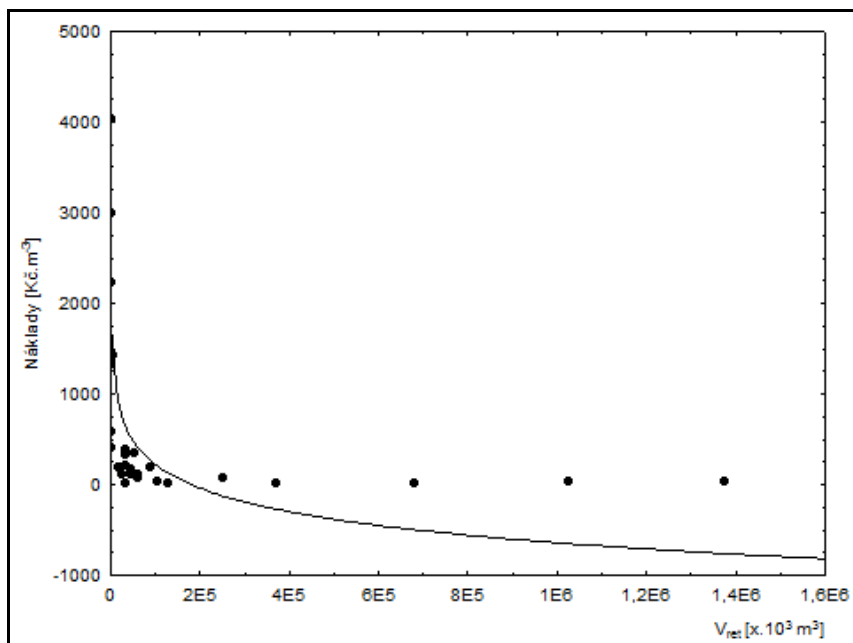
POLDR	rozsah [Kč.m ⁻³]	průměr [Kč.m ⁻³]	medián [Kč.m ⁻³]	S. D. [Kč.m ⁻³]
V _{max}	5 - 1 425	256	125	358
V _{ret}	5 - 4 026	552	140	989

Při porovnání hodnot nákladů na 1m³ zadržený v maximálním objemu malé vodní nádrže (tab. č. 10) a odpovídající hodnoty na zadržení 1m³ v maximálním prostoru poldru (tab. č. 13) zjistíme, že průměrné hodnoty nákladů na zadržení 1m³ vody jsou u poldru nižší, v případě mediánů až o polovinu. Pokud porovnáme náklady na zadržení vody v retenčním objemu, zjistíme, že malé vodní nádrže jsou z hlediska finanční efektivity retence výrazně méně výhodné. Malé vodní nádrže, na rozdíl od poldrů, jsou ovšem stavěny také k jiným účelům než k protipovodňové ochraně. Funkce retenční je zde spíše funkcí vedlejší.

Podobně jako u malých vodních nádrží jsem testoval korelaci mezi náklady na zadržení jednotky objemu v maximálním a retenčním objemu (viz graf č. 8 a 9). Zde ale výsledky vyšly neprůkazně (viz tab. č. 14).



Graf č. 8: Korelace nákladů na zadržení 1m³ v maximálním objemu



Graf č. 9: Korelace nákladů na zadržení 1m^3 v retenčním objemu

Podobně jako u malých vodních nádrží s rostoucím objemem náklady na retenci prudce klesají. Od určitých velikostí se vzrůstajícím objemem náklady na zadržený 1m^3 malé vodní nádrže i poldru přestávají prudce klesat. Tento efekt je výraznější v případě poldrů.

Tab. č. 14: Výsledky korelačních hodnot

	r	p	n
V max	-0,3206	0,103	28
V ret	-0,2709	0,1717	28

5.2.3. Přehrada

Hodnoty nákladů na zadržený metr krychlový vody byly podobně jako u předchozích útvarů přepočteny k cenové hladině roku 2009, jejichž hodnoty se nachází v následující tabulce č. 15.

Tab. č. 15: Náklady na výstavbu vybraných přehrad

PŘEHRADA	V_{\max} [Kč.m ⁻³]	$V_{\text{zás}}$ [Kč.m ⁻³]	V_{ret} [Kč.m ⁻³]
Slezská Harta	16	19	129
Nové Heřminovy	152	800	186

Výsledné hodnoty přehrad jsou v porovnání s hodnotami ostatních retenčních útvarů nižší. V případě zvažované varianty přehrad Nové Heřminovy jsou náklady na zadržení objemu 1m³, vzhledem k uvažovanému zadržovanému maximálnímu objemu 16 mil. m³ vody, poměrně vysoké.

5.3. Náklady na vytvoření jednotky plochy mokřadu

U vybraných retenčních útvarů byly nejdříve zjištěny procentuální poměry ploch mokřadu k vodní hladině a následovně k celkové řešené ploše výstavby. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce č. 16 a 17. Hodnoty byly počítány ze souboru 65 malých vodních nádrží, 7 poldrů a 9 revitalizací. Nižší počty použitých případů plynou z nemožnosti získat větší objem vstupních dat pro tento typ analýzy.

Tab. č. 16: Poměr ploch vytvořeného mokřadu a vodní hladiny vybraných útvarů

MVN	S_m/S	rozsah [%]	průměr [%]	medián [%]	S. D. [%]
	obnovy	2 - 75	29	19	22
	realizace	2 - 500	48	17	87
	celkem	2 - 500	41	18	71
POLDR	realizace	2 - 152	66	54	59
RVT	realizace	20 - 300	116	60	102

Je zajímavé, že v rámci zde uváděného poměru mezi plochou vytvořeného mokřadu a vodní plochou dosahovaly plochy mokřadů až násobků velikosti plochy vodní hladiny. Vzhledem k množství vstupních dat nebylo možné (v případě revitalizací a poldrů) věrohodně provést statistické zhodnocení. Přesto výsledné hodnoty nasvědčují tomu, že u malých vodních nádrží převažuje plocha vodní hladiny, v případě poldru jsou velikosti plochy téměř stejně velké nebo plocha mokřadu mírně převažuje a u revitalizací převažuje plocha mokřadu nad plochou vodní hladiny. Podobné výsledky byly získány vztahem vytvořeného mokřadu k celkové řešené ploše výstavby (viz tab. č. 17).

Tab. č. 17: Poměr ploch vytvořeného mokřadu a celkové řešené plochy výstavby

MVN	S_m / S_{celk}	rozsah [%]	průměr [%]	medián [%]	S. D. [%]
	obnovy	1 - 43	17	15	11
	realizace	0,4 - 83	18	10	22
	celkem	0,4 - 83	17	12	19
POLDR	realizace	0,1 - 61	15	4	23
RVT	realizace	4 - 81	35	31	20

Při následném výpočtu nákladů na tvorbu mokřadů, jako součásti výstavby nebo obnovy malé vodní nádrže, poldru a revitalizace, byly získány hodnoty, které jsou uvedeny v tabulce č. 18.

Tab. č. 18: Náklady na tvorbu mokřadů

	průměr [Kč.m ⁻²]	medián [Kč.m ⁻²]	S. D. [Kč.m ⁻²]
MVN	452	403	297
POLDR	4 878	413	10 907
RVT	134	56	154

Zvolená metoda vyjádření nákladů na realizaci plochy mokřadu v případě malé vodní nádrže a poldru zahrnuje do své hodnoty i náklady na výstavbu hráze, čímž výsledek nadhodnocuje a tím je plocha mokřadu dražší. I přes nedostatek vstupních dat lze usuzovat, že náklady na tvorbu mokřadů revitalizacemi je variantou nejlevnější a vzhledem ke komplexnosti pozitivního vlivu úpravy na revitalizované prostředí nejvhodnější. Její nízká hodnota plyne zejména z toho důvodu, že do celkového výpočtu se neprojevila výstavba hráze.

5.4. Příklad výpočtu hodnoty přirozené retence v říční nivě vyjádřené substituční metodou

V případě, že by byla modelová lokalita o ploše 270 ha upravena a chtěli bychom její plochu uvést zpět do přírodě blízkého stavu, odpovídala by hodnota celkových nákladů při spočítané průměrné hodnotě $134 \text{ Kč} \cdot \text{m}^{-2}$ revitalizace nákladům 361,8 milionů Kč. Z této sumy můžeme při znalosti objemu úseku nivy (při průchodu stoleté povodně) odvodit náklady na zadržení takového množství vody v nivě. Náklady na retenci odpovídají hodnotě $100 \text{ Kč} \cdot \text{m}^{-3}$. Při srovnání této hodnoty s průměrnými hodnotami nákladů na retenci vody malou vodní nádrží a poldrem, je tato hodnota nejnižší.

Kdybychom chtěli nahradit (substituovat) objem přirozené retence modelové nivy systémem minimálně dvou nádrží, činily by celkové náklady na tuto retenci přibližně 1,6 miliard Kč. Kdyby bylo uvažováno nahrazení retenčního potenciálu úseku nivy Lužnice ($3,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) pomocí jednoho nebo více poldrů, odpovídaly by celkové náklady na retenci takového objemu hodnotě 921,6 milionů Kč. V případě retence definovaného objemu

přehradou byla pro odhad využita hodnota $152 \text{ Kč}\cdot\text{m}^{-3}$ Nových Heřminov. Celkové náklady na substituci přirozené retence by odpovídaly hodnotě 547,2 milionům Kč.

Z takto spočítaných hodnot je možné konstatovat, že 1 ha nivy řeky Lužnice současného přírodního charakteru poskytuje ekosystémovou službu, protipovodňovou ochranu, přibližně ve výši $5,89 \text{ milionů Kč}\cdot\text{ha}^{-1}$ (substituujeme-li tuto přirozenou retenci malou vodní nádrží), $3,4 \text{ milionů Kč}\cdot\text{ha}^{-1}$ (substituujeme-li tuto přirozenou retenci poldrem) a 2 miliony $\text{Kč}\cdot\text{ha}^{-1}$ při substituci přehradou. U výpočtu služeb je ovšem nutné hodnoty ještě násobit diskontní sazbou.

5.5. Příklad výpočtu hodnoty říční nivy vyjádřené produkční metodou

Běžnou zemědělskou praxí je využívání niv k zemědělské produkci, podmíněné vybudováním protipovodňových hrází, které vede k redukci retenčního potenciálu nivy. Zajímalo mne, jakou hodnotu bude mít zvolená modelová niva v případě pěstování pšenice ozimé za cenu degradace tohoto typu mokřadu. Výpočet nákladů na přípravu plochy a osetí odpovídaly celkové hodnotě 3,25 milionům Kč. Při sklizni a prodeji zrna a slámy bychom jejich prodejem získali 3,68 milionů Kč. Po odečtení nákladů od zisku zůstává částka 0,43 miliony Kč. Tedy, upravená niva by měla hodnotu vyjádřenou produkcí zemědělských plodin odpovídající $1\,593 \text{ Kč}\cdot\text{ha}^{-1}$ za cenu odvodnění a snížení kvality půdy.

5.6. Příklad výpočtu hodnoty říční nivy vyjádřené modifikovanou hesenskou metodou

V případě použité modifikované hesenské metody byla spočítána její hodnota při $686 \text{ Kč}\cdot\text{m}^{-2}$ na 1,85 miliardy Kč. Modelová lokalita, která by byla využita k produkci pšenice

ozimé, by měla hodnotu vyjádřenou touto metodou při 124 Kč.m⁻² odpovídající 334,8 milionům Kč, což je přibližně 18% hodnoty revitalizované lokality.

Při porovnání výsledků použitých metod zjistíme, že modelová lokalita řeky Lužnice má nejnižší hodnotu v případě jejího zemědělského využití. Zadržením objemu vody nivy přehradou byla spočítána hodnota ekosystémové funkce přirozené nivy plochy 1 ha 2 miliony Kč. Vyšší hodnota byla spočítána v případě retence objemu nivy poldrem, která odpovídá hodnotě 3,4 miliony Kč. Hodnota přirozené retence vypočítaná použitím substituce malou vodní nádrží odpovídá hodnotě 5,89 Kč. Tato hodnota je v rámci této použité metody nejvyšší. Hodnota 1 ha přírodní nivy, která byla spočítána modifikovanou Hessenskou metodou, odpovídá 6,86 milionů Kč, což je zároveň hodnota nejvyšší.

5.7. Srovnání výsledků s oficiálně používanými ceníky nákladů na retenci

Vypočtené hodnoty nákladů na retenci vody v krajině a tvorbu mokřadů byly porovnány s přehledem nákladů obvyklých opatření (dále jen NOO) Agentury ochrany přírody a krajiny. Protože náklady na jednotky objemu a plochy u porovnávaných útvarů byly uvedeny bez DPH, byla k těmto hodnotám přičtena hodnota DPH roku 2009 19%, ke kterému byly přepočítány hodnoty nákladů na retenci a tvorbu mokřadů.

5.7.1. Malá vodní nádrž

Do nákladů na výstavbu a zásadní rekonstrukci malých vodních nádrží jsou dle zmíněného přehledu započítány náklady na odtěžení materiálu (sedimentu), výstavbu nebo rekonstrukci technických objektů (hráz, výpustné zařízení, bezpečnostní přeliv), včetně výsadeb

doprovodných břehových porostů a vyvolaných investic (ochranaprirody.cz). V následující tabulce č. 19 jsou pro porovnání uvedeny průměrné náklady na zadržení 1m³ v zásobním objemu, v posledním sloupci jsou uvedeny počty případů pro jednotlivé kategorie, ze kterých byly hodnoty počítány. Tyto počty případů jsou velmi nízké, uvedená hodnota je pouze orientační. Přesto je z nich patrné, že jsou hodnoty relativně podobné.

Tab. č. 19: Srovnání hodnot nákladů na obnovy a výstavby malých vodních nádrží

kategorie	NOO [Kč.m ⁻³]	vypočtené hodnoty [Kč.m ⁻³]	počet případů
do 0,5 ha včetně	476	653	18
0,5 - 1 ha včetně	417	347	20
1 - 2 ha včetně	357	400	16
2 - 5 ha včetně	298	367	7
5 - 10 ha včetně	238	108	2
10 - 20 ha včetně	179	---	---
20 - 50 ha včetně	119	---	---
nad 50 ha	89	---	---

5.7.2. Poldr

Do nákladů na zásadní obnovu a výstavbu poldrů jsou dle NOO započítány náklady na odtěžení materiálů (sedimentu), výstavbu nebo rekonstrukci technických objektů (hráz, výpustné zařízení, bezpečnostní přeliv), včetně výsadeb doprovodných břehových porostů a vyvolaných investic (ochranaprirody.cz). V následující tabulce č. 20 jsou porovnány vypočtené hodnoty s hodnotami NOO, které jsou relativně podobné.

Tab. č. 20: Srovnání nákladů na výstavbu poldrů

kategorie	NOO [Kč.m ⁻³]	vypočtené hodnoty [Kč.m ⁻³]	počet případů
do 0,5 ha včetně	417	521	1
0,5 - 1 ha včetně	357	---	---
1 - 2 ha včetně	298	245	1
2 - 5 ha včetně	238	---	---
5 - 10 ha včetně	179	195	1
10 - 20 ha včetně	119	18	1
20 - 50 ha včetně	89	---	---
nad 50 ha	60	5	1

5.7.3. Revitalizace

Do nákladů na 1m² revitalizace nivy byla započítána úprava koryta, která spočívá v tvorbě nebo obnově tůní, paralelních koryt. Byla sem započítána i tvorba mokřadních ploch včetně výsadeb doprovodných břehových porostů. Do hodnoty jsou započítány i vyvolané investice (opzp.cz). Srovnání se nachází v následující tabulce č. 21. I v případě revitalizací byla hodnota spočítána z malého počtu případů.

Tab. č. 21: Srovnání nákladů na tvorbu jednotky plochy mokřadu

NOO [Kč.m ⁻²]	vypočtené hodnoty [Kč.m ⁻²]	počet případů
179	134	9

Spočítaná průměrná hodnota odpovídá přibližně hodnotě na revitalizaci 1m² nivy, jak je chápána v rámci NOO.

Srovnáním vypočtených hodnot nákladů na výstavbu a obnovu vybraných retenčních útvarů, které byly podpořeny z Programu revitalizace říčních systémů a Operačního programu

životní prostředí, na které se vztahuje přehled Nákladů obvyklých opatření, bylo zjištěno, že jsou hodnoty navzájem srovnatelné.

V rámci porovnávání výsledků práce s odhady nákladů na jednotku objemu či plochy bylo také uvažováno porovnání s tabulkami nákladů na protipovodňová opatření ve studii pro Jihomoravský kraj společností Pöyry Environment, a.s. Hodnoty v jejich tabulkách ale nezahrnovaly odhady nákladů na výkup pozemků, které mohou tvořit významnou část celkových nákladů. Proto bylo od tohoto porovnání upuštěno.

6. Diskuse

Existence dostatečného množství vody v krajině odpovídající potřebám lidské společnosti k jejímu přímému i nepřímému užítku je bezesporu klíčovým faktorem zajišťujícím udržitelnou existenci společnosti v globálním měřítku. Historie posledního století na našem území, charakteristická intenzivními zásahy do vodního režimu krajiny a snahou o soustředění vodního režimu do vymezených prostor, výrazně ovlivnila koloběhy energií a látek, čímž vznikly mj. potřeby nákladů na zpětnou nápravu takovýchto poškození, jejichž důsledky pocítujeme i v dnešní době. Dosud v drtivé většině technická řešení těchto problémů, u nichž je častěji preferována retence lokální (nádrž) před plošnou (povodí), mají řadu nevýhod. Některé způsoby realizace mohou opět vyvolávat potřebu následných investic – například zmenšení přirozeného retenčního prostoru s následkem zhoršení povodňové situace dolů po toku. Takové jednání je z hlediska efektivity vynaložených financí, jejichž povaha je často veřejná, nevhodné.

Kromě posuzování finanční efektivity danými typy útvarů je třeba přihlídnout i k jejich dalším specifickým rysům a pokusit se o komplexnější charakteristiku.

Retenční útvar typu malá vodní nádrž má na svůj relativně malý průměrný objem a schopnost zadržení vody v retenčním prostoru o 30 % celkového objemu poměrně vysoké náklady na zadržení 1m³ vody. K takovým nákladům je třeba (podle konkrétního druhu nádrže) po uplynutí určité délky životnosti přičíst náklady na obnovu celé nádrže. Těmito investicemi mohou vznikat ale soustavy nádrží, které mají svou vysokou hospodářskou hodnotu (produkce ryb) i hodnotu z hlediska biodiverzity nebo ekosystémových služeb (například plošná retence soustavou rybníků). Taková soustava může mít i hodnotu estetickou či kulturní, která byla v případě rybníční oblasti Třeboňska vyjádřena zapsáním do seznamu kulturního dědictví UNESCO.

Poldry, které dosahují vyšších objemů a průměrných retenčních schopností o 70 % celkového prostoru nádrže v případě polosuchých poldrů a 100% v případě suchých, jsou efektivnější variantou protipovodňového opatření i z hlediska vynaložených financí. Za snížení této finanční efektivity může být považována státní kompenzace škod na ušlém zisku zemědělců hospodařících v zátopě poldru, která je zakotvena v legislativě.

Výstavba přehrad a jejich existence v krajině má řadu svých výhod a nevýhod, které byly alespoň částečně zmíněny v úvodní části této práce. Významnou nevýhodou výstavby přehrady je likvidace vytypované lokality včetně případné zástavby, která se na takové lokalitě nachází. V současné době je projednávána výstavba přehrady na území obce Nové Heřminovy. Projednávání výstavby této přehrady, jejíž projekt vznikl v roce 1923, provázelo před schválením projektu bouřlivé vyjadřování nesouhlasných názorů ekologických organizací a veřejnosti za podpory médií. Pod tímto tlakem došla ministerstva zemědělství a životního prostředí ke shodě na tzv. střední variantě nádrže v kombinaci s přírodě blízkými úpravami v nivě. Tuto skutečnost je možné chápat jako významný posun ve spolupráci obou ministerstev ve vodním hospodářství, i když stále touto realizací dojde k zaplavení a rušení

části obce, což je z hlediska obce stále vnímáno jako nežádoucí. Z vyjádření starosty obce Nové Heřminovy na konci dubna roku 2009 však plynul již souhlasný názor s tímto záměrem, který s výstavbou a částečným zatopením obce počítá. Dle plánů zastupitelstva spojených s investicemi do obnovy obce, kterými má vzniknout ekologická vesnice s novou infrastrukturou, má obec naopak z existence přehrady profitovat i z hlediska atraktivity pro turistický ruch (ČTK, 2009). Hodnota takové výstavby je tedy závislá na úhlu pohledu hodnotitele.

Revitalizace toků, které vedou ke zvýšení plošné retence vody v povodí, mají také své jisté výhody i nevýhody. Samotný proces návratu toku do přírodě blízkého stavu je vnímán různými subjekty jinak a neexistuje na něj jednotná metodika. Mohou vznikat projekty revitalizací, které citlivě „nastartují“ procesy v korytě toku, vedoucí k samovolnému dotvoření dle přirozené dynamiky samotného toku. Přínosem bude snížení celkových nákladů na realizaci a následnou údržbu. Samovolnými procesy, kterými dochází často k rozrušování původního betonového opevnění toku, mohou taková přírodě blízká koryta vznikat bez lidského úsilí. Rozrušením opevnění dochází tedy ke zvýšené infiltraci vody do půdy a k částečnému zdržení průtoku. Zákon o vodách takové samovolné procesy ale neumožňoval. Správci toku ze zákona plynula povinnost takové škody napravovat. Paradoxem je i skutečnost, že úsek revitalizovaného toku je považován za stavbu, na kterou se vztahuje povinnost údržby břehové vegetace a stavu koryta (odběr sedimentu, stabilizace břehů koryta), což smyslu revitalizací odporuje. Záleží ovšem na přístupu konkrétního správce, do jaké míry tyto úpravy bude provádět.

Ve Spojených státech se při řešení protipovodňové ochrany a zlepšení kvality vod často provádí obnovy niv a revitalizace toků, zejména těch velkých, jako jsou například Charles River, South Platte River nebo Big River (Henry et Amoros, 1995). Evropským příkladem

mohou být revitalizace toků v Rakousku nebo Německu, jako ta na řece Wertach v Bavorsku, která patří k největším evropským revitalizacím vůbec. Zhruba od roku 1860 byla tato řeka, která teče od Alp, soustavně napřimována zejména pro získání zemědělské plochy. Při zrychlených průtocích došlo k výraznému zahlubování koryta ve štěrkovém podloží a k odvodnění nivy. Nevhodnost této úpravy se projevila při povodních v roce 1999, která v Augsburgu napáchala velké škody. V následujícím roce zahájilo město Augsburg ve spolupráci s místním Vodohospodářským úřadem projekt na revitalizaci 13,5 km dolního úseku řeky (cca 9% délky toku). V rámci projektu byly odsazeny a rekonstruovány hráze, koryto bylo výrazně zploštěno, rozšířeno a rozvolněno. V městské zástavbě bylo koryto také rozšířeno a částečně rozvolněno. Hlavním cílem byla ale ochrana před rozlivem do zástavby nejméně před průtokem Q_{100} . Výsledkem je výrazné zlepšení ekologického stavu toku, ochrana města minimálně před průtokem Q_{100} , která zároveň poskytuje mnoho příležitostí k rekreaci a důležité inspiraci (Just, 2010; www.wwa-don.bayern.de).

V oblasti 40 km nad Mnichovem, která je intenzivně zemědělsky využívána, se potýkali s povodněmi a smyvem půd z polí. Vzhledem ke kopcovitému terénu byly na okrajích polí postaveny hrázky s vertikální odvodňovací trubkou, která odváděla přebytečnou vodu do stuh. Tímto způsobem byla zajištěna ochrana před nebezpečnými průtoky a bylo zachyceno 54 - 85% sedimentu, který byl po sedimentaci orbou rozprostřen po poli s průměrnými ročními náklady na údržbu nižšími než $100 \text{ €} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Fiener et al., 2005). Takovýto relativně levný způsob může v malých povodích, a zejména v zemědělské krajině, významně přispět ke stabilizaci místních podmínek.

Někteří autoři vyjádřili potřebu nového konceptu vztahu města a venkova. Od průmyslové revoluce v 18. století se venkov začal vylidňovat. Předpoklady Organizace spojených národů očekávala mezi lety 2007 a 2008 převahu počtu obyvatel ve městech, s čímž zásadně souvisí

přesun majetku, kdy se města stala centry bohatství. Za takových podmínek se stává přísun pracovní síly a produktů z venkova méně hodnotným, což má často za důsledek diametrální rozdíl v živobytí na venkově a ve městě (Gutman, 2007). Z hlediska životního prostředí se tento vývoj projevil intenzifikací zemědělství se všemi známými důsledky na ekosystémy (MEA, 2005). Proto je třeba nového konceptu, kdy bude venkov produkovat potraviny a jiné materiály, ale zároveň bude na základě identifikace, kvantifikace a ocenění poskytovat ekosystémové služby, za které jim bude placeno, což by kvalitě životního prostředí výrazně prospělo (Gutman, 2007; Kroeger et Casey, 2007).

Takového nového konceptu by měla být přirozená retence vody v nivách součástí. Jediná ekosystémová služba, kterou jsem v této diplomové práci u modelové říční nivy vyjádřil, výrazně převýšila hodnotu eventuální produkce zemědělských plodin. Uvážíme-li další služby, které nivy poskytují, jeví se jako ekonomicky nejvýhodnější ponechat nivy v přírodě blízkém stavu a ponechat řekám prostor k plošným rozlivům a dalším korytotvorným procesům.

Velmi důležitá studie byla zpracována pro úsek přirozené nivy Lužnice, pro kterou byly kvantifikovány služby protipovodňové ochrany, refugium biodiverzity, sekvestrace uhlíku a produkce komodit (ryby, obilniny, dřevo) pro dva odlišné scénáře. První scénář pracoval s přirozenou nivou a druhý s nivou technicky upravenou. Z výsledků studie vyplývá, že úsek přirozené nivy má více než dvojnásobnou hodnotu u kvantifikovaných služeb než říční niva upravená (Pithart et al., 2010). Tato studie jasně ukazuje, že přirozená retence závislá na možnosti rozlivu má výrazně vyšší hodnotu pro omezený počet kvantifikovaných služeb než jednoúčelové využití nivy k zemědělské produkci.

Přesto jsou říční nivy na mnoha místech území republiky dále intenzivně zemědělsky obhospodařovány nebo zastavovány. Chybí zejména vůle a koncepční myšlení k usměrnění rozvoje území. Z obecného povědomí veřejnosti plyne, že je tato zástavba v nivě nevhodná, nicméně je nadále tolerována, což přináší velké výdaje z veřejných financí na ochranu objektů a náhradu škod.

Významnou roli by v územním plánování měl tedy mít koordinátor jako Povodí, který by měl nežádoucí jevy v nivě a záplavových územích řešit. Povodí častěji řeší následky povodní a to podle požadavků a očekávání občanů a zastupitelů konkrétní obce. Takový postup je zřejmě často snazší než koncepční a dlouhodobá řešení, o kterých by musel správce povodí přesvědčit jednotlivé účastníky, nicméně která by byla nakonec investičně příznivější (Friedel in Čamrová, Jílková, et al., 2004). V Nizozemí, jehož hlavní hospodářská oblast se nachází pod úrovní moře, je problematice povodní věnována velká pozornost. Proto byly zpracovány podrobné modely škod na základě hydrologického mapování, které se staly součástí integrovaného protipovodňového systému (Jonkman et al., 2008). Výsledky studie v Nizozemí ukázaly, že současná protipovodňová ochrana území ohrázením a systémem odvodňovacích kanálů je sice finančně nejefektivnější, ale z dlouhodobého hlediska převažují výhody plynoucí z přírodě blízké protipovodňové ochrany. Tento přístup by měl mít pro společnost prospěch v podobě bezpečné ochrany před povodněmi, kde vznikne zároveň atraktivní prostředí pro rekreaci (Brouwer et van Ek, 2008).

Novela zákona č. 254/2001 Sb., o vodách, podepsaná 17. 3. 2010 by měla mnohé nedostatky při řešení protipovodňové ochrany na našem území řešit. V zákoně je definována kategorie přírodního stavu toku, která může vzniknout samovolně i revitalizačními opatřeními. Zákon v této souvislosti řeší minimalizaci zásahů do průtočnosti koryt a do příbřežních porostů k dosažení dobrého stavu vod dle evropské směrnice vodní politiky.

Vodohospodářská odborná veřejnost je rozčarována ze skutečnosti, že Program revitalizace říčních systémů, který byl také určen k finanční podpoře liniových revitalizací toků, nebyl na tyto účely téměř využit. Tyto finance byly zejména využity k tvorbě rybníků (malých vodních nádrží), které byly podle jejich konkrétního řešení dotovány z 50 až 100% a většina z nich byla dále využívána k osobním ziskům žadatelů (intenzivní chov kapra). Kdyby byla možnost kvantifikace retenčního potenciálu liniových revitalizací, bylo by zajímavé a přínosné posoudit i zde finanční náročnost na zadrženy 1 m³. V mnohých případech, kdy dochází k plošným rozlivům s velkými objemy, je pravděpodobné, že by nedosahoval hodnot jako u MVN.

Před pěti lety probíhala bouřlivá diskuse při schvalování nových plánů hlavních povodí mezi odbornou i laickou veřejností. Plány hlavních povodí počítaly s více než dvěma sty lokalitami, kde by mohly být postaveny přehrad. Pro argumentaci proti takovému řešení retence vody v krajině byla nezbytná kvantifikace retence říčních niv a jejich zjištěná finanční hodnota. Studie, které kvantifikují hodnoty přirozené retence, jsou velmi důležité v argumentaci s podniky povodí, které s retencí vody v krajině pracují. Pokud dokážeme zjistit kapacitu a dokážeme ocenit hodnotu přirozené retence nivy, můžeme tato data použít pro argumentaci pro zachování či obnovu přírodě blízkého stavu v nivách či povodích. Výsledky mé diplomové práce jsou důležité, protože přinášejí nezbytné podklady pro oceňování těchto funkcí metodou stínových projektů.

Během získávání dat pro účely této magisterské práce bylo pro mne zarážející, že informace o retenčních útvarech, které byly postaveny z veřejných financí, a tedy by měli mít daňoví poplatníci snadný přístup k informaci o nákladech na jejich výstavbu, byla tato data obtížně přístupná a často nekompletní. Existence volně přístupné databáze spojené se zavedenými informačními internetovými portály vodního hospodářství by dle mého mínění

mohla usnadnit, výrazně zrychlit a zefektivnit podmínky výzkumu a zejména rozhodování zabývajícího se retencí vody v krajině. V případě uvedených informací o parametrech a nákladech na výstavbu útvarů by mohla podpořit i zvýšení efektivity výstaveb na základě principu poptávky a nabídky.

Pro zpřesnění metody vyjadřující efektivitu pomocí nákladů na zadržení jednotky objemu by bylo třeba lépe porozumět vlivu faktorů ovlivňující velký rozptyl hodnot u nádrží menších velikostí. Takový výzkum by měl být postaven na konkrétním zjištění z lokalit, což u získaných dat pro účely této diplomové práce nebylo z hlediska časové náročnosti již možné.

Na základě výsledků použitých metod vyjadřujících hodnotu přirozené retence se domnívám, že je třeba nového konceptu vodního hospodářství, které bude s ekosystémovými službami pracovat při rozhodovacích procesech. To by znamenalo přehodnocení potřebnosti stávajících jednotlivých řešení retence vody v krajině s ohledem na potřeby všech zájmových skupin tak, aby docházelo k minimalizaci celkových investic, udržitelnosti a maximální životnosti jednotlivých opatření.

7. Závěr

- 1, V diplomové práci byly popsány základní charakteristiky vybraných typů retenčních útvarů, tj. říční nivy, malé vodní nádrže, poldru a přehrad.
- 2, Zkompletoval jsem data vybraných retenčních útvarů a hodnoty nákladů na jejich výstavbu nebo obnovu.
- 3, Byl kvantifikován retenční potenciál a porovnána finanční efektivita retence vody (vyjádřená jako náklady na 1 m³ zadržené vody) vybranými retenčními útvary. Náklady na zadržení vody v zásobním objemu malé vodní nádrže odpovídaly průměrné hodnotě 442 Kč.m⁻³, v maximálním objemu hodnotě 302 Kč.m⁻³. Náklady na retenci poldrem (v maximálním objemu) odpovídaly průměrné hodnotě 256 Kč.m⁻³.
- 4, Na základě vypočítaných nákladů na retenci vybranými útvary byla statistickým zhodnocením potvrzena hypotéza, že s rostoucím objemem útvaru náklady na zadržení 1m³ vody klesají.
- 5, Byla potvrzena hypotéza, že se náklady na zadržení 1m³ mezi jednotlivými typy liší.
- 6, Na základě zhodnocení vypočítaných nákladů na výstavbu a obnovu 1m³ malých vodních nádrží jsem ověřil, že se tyto dva druhy vzniku malých vodních nádrží svou finanční náročností mezi sebou nelišily. Charakter dat neumožňoval testování rozdílu mezi obnovami a novými výstavbami rozšířit i na zbylé typy retenčních útvarů.
- 7, S využitím konceptu ekosystémových služeb a metodou tzv. stínového projektu jsem spočítal hodnotu vybrané služby – protipovodňové ochrany - u modelového úseku říční nivy se známou retenční kapacitou. V případě substituce přirozené retence malou vodní

nádrží by měla niva řeky Lužnice přibližně hodnotu 5,9 milionů Kč.ha⁻¹. V případě substituce poldrem 3,4 milionů Kč.ha⁻¹. Při substituci přirozené retence přehradou by měla niva řeky Lužnice přibližně hodnotu 2 milionů Kč.ha⁻¹. Hodnota takto vyjádřené retence převyšovala teoretickou hodnotu produkce obilí, které by bylo pravděpodobně pěstováno v transformované nivě s redukovanou retenční kapacitou.

8. Seznam použité literatury

Adams WM et al., 2004: Biodiversity Conservation and the Eradication of Poverty. *Science* 306

Agroporadenství, 2009: Ekonomika pěstování tržních plodin.
on-line: <http://www.agroporadenstvi.cz>

Acharya G, 2000: Approaches to valuing the hidden hydrological services of wetland ecosystems. *Ecological Economics* 35: 63 - 74

Armsworth PR et Roughgarden JE, 2001: An invitation to ecological economics. *TRENDS in Ecology & Evolution* 16 (5): 229 - 234

Bedient PB et Huber WC, 2002: Hydrology and floodplain analysis. Prentice Hall, Upper Saddle River.

Bingham G et al., 1995: Issues in ecosystemvaluation: improving information for decision making. *Ecological Economics* 14: 73 - 90

Boyd J et Banzhaf S, 2007: What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics* 63: 616 - 626

Brändle R et al., 1996: Wetland Plants as a subject of Interdisciplinary Research. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 31: 1 - 6

Brix H et al., 1992: Internal Pressurization and Convective Gas Flow in Some Emergent Freshwater Macrophytes. *Limnology and Oceanography* 37 (7): 1420 - 1433

Brouwer R et van Ek R, 2008: Integrated ecological, economic and social impact assessment of alternative flood control policies in the Netherlands. *Ecological Economics* 50: 1 - 21

Broža V et al., 2005: Přehrady Čech, Moravy a Slezska. *Knihy 555*, Liberec.

Brožková B, 2003: Povodně na Vltavě a jejich škodlivé účinky. *Stavební listy*.
on-line: <http://www.stavlisty.cz/2003/07-08/povodne.html>

Costanza R, 2000: Social Goals and the Valuation of Ecosystem Services. *Ecosystems* 3: 4 - 10

Costanza R et al., 1997: The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253 - 260

Cudlínová E, 2006: *Ekologická ekonomie a životní prostředí*. 1. vydání. Skripta Zemědělské fakulty JU, České Budějovice.

Čamrová L, Jílková J et al., 2004: Povodně jako průřezový problém státní politiky. IEEP Fakulta národohospodářská, VŠE v Praze, Praha.
on-line: <http://www.ieep.cz/download/publikace/pub015.pdf>

ČTK, 2009: Starosta Nových Heřminov: Pád vlády komplikuje přípravu přehrad
on-line: <http://www.financninoviny.cz/zpravy/starosta-novych-herminov-pad-vlady-komplikuje-pripravu-prehrady/373302>

Daily GC et al., 2000: The Value of Nature and the Nature of Value. *Science* 289 (5478): 395 - 396

Deutsch L et al., 2003: The critical natural capital of ecosystem performance as insurance for human well-being. *Ecological Economics* 44: 205 - 217

Dostál T et al., 2009: NIVA: Retence vody v nivách a možnosti jejího zvýšení. Fakulta stavební, ČVUT, Praha: (sborník ze semináře CD)

Ecosystem Valuation, 2000
on-line: <http://www.ecosystemvaluation.org>

Edwards PJ et Abivardi C, 1998: The value of biodiversity: where ecology and economy blend. *Biological Conservation* 83 (3): 239 - 246

Farber SC et al., 2002: Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *Ecological Economics* 41: 375 - 392

Fiener P et al., 2005: Managing erosion and water quality in agricultural watersheds by small detention ponds. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 110: 132 - 142

Fošumpaur P, 2005: Aplikace rizikové analýzy v protipovodňové ochraně. In: Klvaňa J (ed.), *Příručka rizikové analýzy*. ČVUT v Praze, Fakulta Stavebnictví, Praha.

Gordon LJ et al., 2010: Managing water in agriculture for food production and other ecosystem services. *Agricultural Water Management* 97: 512 - 519

Gutman P, 2007: Ecosystem services: Foundations for a new rural–urban compact. *Ecological Economics* 62: 383 - 387

Haase D, 2003: Holocene floodplains and their distribution in urban areas - functionality indicators for their retention potentials. *Landscape and urban planning* 66: 5 - 18

- Havlík, A.: Nádrže a přehrady. Fakulta stavební, ČVUT, Praha.
online: http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Predmety/VIN/ke_stazeni/Nadrze_prehrady.pdf
- Henry CHP et Amoros C, 1995: Restoration Ecology of Riverine Wetlands: I. A Scientific Base. *Environmental Management* 19 (6): 891 - 902
- Hule M, 2003: Rybníkářství na Třeboňsku: Historický průvodce. Carpio, Třeboň.
- Jílková J et Slavíková L, 2009: Ekonomie životního prostředí na rozcestí. *Politická ekonomie* 5: 660 - 676
- Jonkman SN et al., 2008: Integrated hydrodynamic and economic modelling of flood damage in the Netherlands. *Ecological Economics* 66: 77 - 90
- Just, T. et al., 2005: Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění při ochraně před povodněmi. ČSOP, Praha.
- Just T, 2010: Wertach vital: Protipovodňová a revitalizační úprava řeky Wertach u Augsburgu. *Vodní hospodářství* 10: 274 - 277
- Kadlec RH, 1994: Wetlands for water polishing: free water surface wetlands. In: Mitsch WJ (ed.), *Global wetlands: old world and new*. 1st Edn. Elsevier Science B. V., Amsterdam.
- Kender J (ed.), 2000: Teoretické a praktické aspekty ekologie krajiny. Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha.
- Klaus V, 2007: Modrá, nikoli zelená planeta: co je ohroženo: klima, nebo svoboda? 1. vydání. Dokořán, Praha.
- Kovářová M et al., 2006: Pěstování a využití energetických a průmyslových plodin. Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha.
on-line: <http://www.vuzt.cz/?menuid=76>
- Kuna M (ed.), 2007: Archeologie pravěkých Čech - 1.díl: Pravěký svět a jeho poznání. Archeologický ústav AV ČR, v.v.i, Praha.
- Kravčík M et al., 2007: Voda pre ozdravenie klímy - Nová vodná paradigma. Municipalia, Žilina.
on-line: <http://www.vodnaparadigma.sk/indexsk.php?web=../home/homesk.html>
- Lambert A, 2003: Economic Valuation of Wetlands: an Important Component of Wetland Management Strategies at the River Basin Scale. Ramsar Convention on Wetlands.
- Limburg KE et al., 2002: Complex systems and valuation. *Ecological Economics* 41: 409 - 420
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005: Ecosystems and Human Well-being: Wetlands and Water *Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.

Mitsch WJ et Gosseling JG, 2000: Wetlands. 3rd Edn. Wiley, New York.

MŽP, 2008: Finanční zdroje na ochranu přírody a krajiny. Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha.

Operační program životního prostředí: Náklady obvyklých opatření.
on-line: www.ochranaprirody.cz/res/data/144/019241.xls

PCAST (President's Committee of Advisors on Science and Technology), 1998: Teaming with life: Investing in Science to Understand and Use America's Living Capital.
on-line: <http://www.ostp.gov/Environment/html/teamingcover.html>

Pithart D, Benedová Z, Křováková K (eds.), 2008: Ekosystémové služby říční nivy. Sborník příspěvků z konference. Ústav systémové biologie a ekologie AV ČR, v.v.i., Vodní hospodářství, Třeboň.

Pithart D et al., 2010: Ecosystem services of natural floodplain segment - Lužnice river, Czech Republic. In: Wrachien D et al. (eds.), Flood recovery, Innovation and Response II. WIT Press, Ashurst, Southampton, UK, pp. 129-143

Pokorný J, 2008: Krajina a povodeň. Brno.
on-line: http://www.veronica.cz/voda/veronica_povoden.html

Pöyry Environment, 2007: Studie protipovodňových opatření na území Jihomoravského kraje: 5. Ekonomická analýza ochrany před povodněmi. Pöyry Environment, a. s., Brno.

Prach K et al., 2003: Ekologické funkce a hospodaření v říčních nivách. Botanický ústav AV ČR - Úsek ekologie rostlin, Třeboň.

Reddy KR et D'Angelo EM, 1994: Soil processes regulating water quality in wetlands. In: Mitsch WJ (ed.), Global wetlands: old world and new. 1st Edn. Elsevier Science B. V., Amsterdam.

Ripl W, Pokorný J, Eiseltová M, Ridgill S, 1994: A holistic approach to the structure and function of wetlands and their degradation. Zemědělská fakulta JU, České Budějovice.
on-line: <http://home.zf.jcu.cz/public/departments/lae/text/ang/pdf/ripl1994.pdf>

Sanetrník J, 1991: Meliorace. Skripta VŠZ, Brno.

Seják J et al., 2003: Metoda hodnocení biotopů České republiky.
online: http://fzp.ujep.cz/projekty/BVM/BVM_CZ.pdf

Slavíková L et al., 2010: Elinor Ostrom - nositelka Nobelovy ceny za ekonomii - a její přínos pro ekonomii životního prostředí. Politická ekonomie 58 (3): 419 - 423

Spangenberg JH et Settele J, 2010: Precisely incorrect? Monetising the value of ecosystem services. Ecological Complexity 7: 327 - 337

Stejskal J, 2003: Program revitalizace říčních systémů musí čelit pokusům o zneužívání peněz. Ekolist.
on-line: http://www.ekolist.cz/zprava.shtml?x=143346&all_ids=1

Stránský J, 2008: Diskuse měsíce. Vodní hospodářství 58 (3)

Swift MJ et al., 2004: Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes - are we asking the right questions? Agriculture, Ecosystems and Environment 104: 113 - 134

Šálek J et al., 1989: Rybníky a účelové nádrže. SNTL - Nakladatelství technické literatury, Praha.

Toman M, 1998: Why not to calculate the value of the world's ecosystem services and natural capital. Ecological Economics 25: 57 - 60

Visser EJW et al., 2003: Flooding and Plant Growth. Annals of Botany 91: 107 - 109

Vrána K et al., 2009: Revitalizace krajiny. Zemědělská fakulta JU, České Budějovice.

Vymazal J, 2002: The use of sub-surface constructed wetlands for wastewater treatment in the Czech Republic: 10 years experience. Ecological Engineering 8 (5): 633 - 646

Wasserwirtschaftsamt Donauwörth
on-line: <http://www.wwa-don.bayern.de>